



TUGAS AKHIR - MN 141581

DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMARAN UNTUK PERAIRAN INDONESIA

Muhammad Farhanuddien Anhar
NRP 4113100086

Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017



TUGAS AKHIR - MN 141581

**DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMRAN
UNTUK PERAIRAN INDONESIA**

**Muhammad Farhanuddien Anhar
NRP 4113100086**

**Dosen Pembimbing
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT - MN 141581

DESIGN OF CATAMARAN HOSPITAL SHIP FOR INDONESIAN WATERS

**Muhammad Farhanuddien Anhar
NRP 4113100086**

**Supervisor(s)
Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.**

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE & SHIPBUILDING ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMARAN UNTUK PERAIRAN INDONESIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

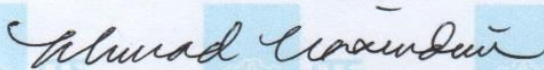
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD FARHANUDDIEN ANHAR
NRP 4113100086

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.
NIP 19761029 200212 1 003

Dosen Pembimbing I



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001

SURABAYA, 14 JULI 2017

LEMBAR REVISI

DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMARAN UNTUK PERAIRAN INDONESIA

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 6 Juli 2017

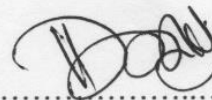
Bidang Keahlian Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

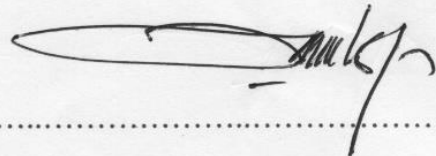
MUHAMMAD FARHANUDDIEN ANHAR
NRP 4113100086

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

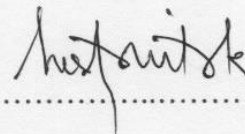
1. Dony Setyawan, S.T., M.Eng.



2. Dedi Budi Purwanto, S.T., M.T.

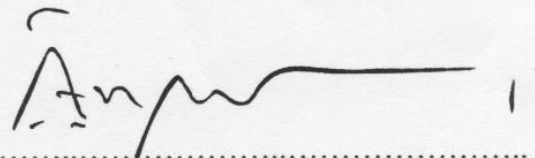


3. Ir. Hesty Anita Kurniawati, M.Sc.

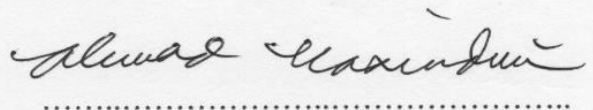


Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.



2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.



SURABAYA, 14 JULI 2017

Dipersembahkan kepada orang tua, dan keluarga besar atas segala dukungan serta doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir yang berjudul “*Desain Hospital Ship Dengan Lambung Katamaran Untuk Perairan Indonesia*” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah berkenan meluangkan waktu, memotivasi dan membagikan ilmunya dalam membimbing pengerjaan Tugas Akhir;
2. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS;
3. Hasanudin S.T., M.T. selaku Dosen Wali penulis yang selalu memotivasi penulis selama berkuliah, juga sebagai Kepala Laboratorium Desain Kapal Departemen Teknik Perkapalan FTK-ITS atas bantuannya selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan atas izin pemakaian fasilitas laboratorium;
4. Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Orang tua tercinta penulis: Ir. Andi Suprpto dan Almh. Diah Rodiah;
6. Humaira Fatizsa yang tidak henti-hentinya memberikan semangat dan masukan terhadap Penulis;
7. Rekan-rekan P53 SUBMARINE, HIMATEKPAL, dan rekan satu dosen wali yang telah memberikan pembelajaran serta pengalaman berharga dalam hidup saya;
8. Rekan-rekan satu dosen bimbingan Tugas Akhir yang selalu menjadi partner terbaik untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini serta nama-nama lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, 14 Juli 2017

Muhammad Farhanuddien Anhar

DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMARAN UNTUK PERAIRAN INDONESIA

Nama Mahasiswa : Muhammad Farhanuddien Anhar
NRP : 4113 100 086
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Dengan luas wilayah Indonesia yang sangat luas, kesejahteraan hidup dan pelayanan kesehatan yang memadai belum didapatkan sebagian besar warga Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2012, penduduk miskin di Indonesia mencapai 38,46 juta jiwa dan 64,75 persen yang diantaranya adalah masyarakat yang hidup di kawasan pesisir dan pedalaman. Oleh karena itu, perlu adanya suatu sarana pelayanan kesehatan yang bisa menjangkau sampai daerah-daerah terpencil di Indonesia. Disamping masalah tersebut, Indonesia masih kekurangan akan armada tanggap bencana ketika terjadi sebuah bencana alam yang mengakibatkan kerusakan skala besar seperti gempa bumi dan tsunami. Tugas akhir ini didesain untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang ada diatas dengan solusi sebuah desain kapal rumah sakit dengan model lambung katamaran. Secara umum, katamaran memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan kapal *monohull* seperti luas geladak dari katamaran yang lebih luas dibandingkan kapal *monohull*. Dalam prosesnya, desain kapal ini menggunakan *parent design approach* dengan mengacu pada suatu desain kapal pembanding yang sudah berlayar dengan baik. Proses desain ini mengacu pada kapal “KN Pacitan” milik Badan SAR Nasional (BASARNAS) sebagai kapal pembanding. Selain itu, ukuran utama *Hospital Ship* ini juga didapatkan dari kebutuhan *minimum* area dek yang ditempati oleh fasilitas-fasilitas medis layaknya yang ada pada Rumah Sakit tipe B. Fasilitas tersebut antara lain adalah ruang perawatan, ruang operasi, ruang UGD, ruang ICU, ruang radiologi, poliklinik, apotik, dan ruang otopsi. Ukuran utama *Hospital Ship* yang didapat dari hasil tugas akhir ini adalah $L_{wl} = 60$ m, $B = 16.8$ m, $T = 1.8$ m, $H = 4.5$ m, $B_1 = 5$ m, $CB = 0.549$, dan $V_s = 30$ knots. Sedangkan besarnya biaya pembangunan dari *Hospital Ship* ini adalah Rp. 73.754 Milyar

Kata kunci: Indonesia, bencana alam, kapal rumah sakit, katamaran, *parent design approach*

DESIGN OF CATAMARAN HOSPITAL SHIP FOR INDONESIAN WATERS

Author : Muhammad Farhanuddien Anhar
ID No. : 4113 100 086
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : 1. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
2. Ahmad Nasirudin, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

The largest area of Indonesia, the welfare of life and health services has not been obtained by most Indonesian citizens. According to data from Badan Pusat Statistik (BPS) in 2012, the number of poor people in Indonesia reached 38.46 million people and 64.75 percent of most of them are people who living in coastal and inland areas. Therefore, the necessary for a health service facility that can reach up to inland areas in Indonesia is important. Despite of these problems, Indonesia still lacks a fleet of disaster response when there is a natural disaster that causes large-scale damage such as earthquakes and tsunamis. This final project is designed to deal with that problems by the solution as a hospital ship design with catamaran hull model. In general, catamarans have some advantages compared by monohull vessels. The deck area of catamaran is wider than monohull vessel. In this process, the design of this vessel uses a parent design approach method which reference to a design that already exist. This design refers to catamaran ship named "KN Pacitan" owned by the National SAR Agency (BASARNAS) as a comparison ship. In addition, the main dimension of Hospital Ship is also obtained from the minimum requirement of deck area which is occupied by medical facilities like in Hospital type B. The main dimension of Hospital Ship from this final project is $L_{wl} = 60$ m, $B = 16.8$ m, $T = 1.8$ m, $H = 4.5$ m, $B_1 = 5$ m, $CB = 0.549$, dan $V_s = 30$ knots. In addition, the building cost of Hospital Ship is Rp. 73.754 Billion

Keywords: Indonesia, natural disaster, hospital ship, catamaran, parent design approach.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
Bab I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang Masalah.....	1
I.2. Perumusan Masalah.....	3
I.3. Tujuan.....	3
I.4. Manfaat.....	3
I.5. Batasan Masalah.....	4
I.6. Hipotesis.....	4
I.7. Sistematika Laporan	4
Bab II STUDI LITERATUR	7
II.1. Kapal Katamaran	7
II.2. Rumah Sakit.....	8
II.2.1. Ruangan di Rumah Sakit	9
II.3. Kapal Rumah Sakit	16
II.4. Teori Desain Kapal	20
II.4.1. <i>Concept Design</i>	21
II.4.2. <i>Preliminary Design</i>	21
II.4.3. <i>Contract Design</i>	22
II.4.4. <i>Detail Design</i>	22
II.5. Metode Desain Kapal.....	23
II.5.1. <i>Parent Design Approach</i>	23
II.5.2. <i>Trend Curve Approach</i>	23
II.5.3. <i>Iterative Design Approach</i>	23
II.5.4. <i>Parametric Design Approach</i>	23
II.5.5. <i>Optimization Design Approach</i>	24
II.6. Gambaran Umum Daerah Operasional	24
Bab III METODOLOGI Penelitian	25
III.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir	25
III.2. Langkah Pengerjaan	26
III.2.1. Identifikasi Masalah	26
III.2.2. Pengumpulan Data.....	26
III.2.3. Studi Literatur.....	27
III.2.4. Analisis Data Awal.....	27
III.2.5. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal.....	28

III.2.6. Perhitungan Teknis	28
III.2.7. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum Kapal, dan Desain 3D kapal	28
III.2.8. Kesimpulan dan Saran	28
Bab IV DESAIN <i>HOSPITAL SHIP</i> DENGAN LAMBUNG KATAMARAN.....	29
IV.1. Wilayah Indonesia	29
IV.2. Penentuan Jarak Tempuh Kapal	29
IV.3. Fasilitas <i>Hospital Ship</i>	33
IV.4. Penentuan Luasan Dek Fasilitas <i>Hospital Ship</i>	33
IV.5. Sketsa <i>Layout</i> dan Penentuan Ukuran Utama <i>Hospital Ship</i>	34
IV.5.1. Komponen Metode <i>Parent Design Approach</i>	35
IV.5.2. Layout Kapal Pembanding	37
IV.5.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal	39
IV.5.4. Hasil Ukuran Utama Baru	40
IV.6. Perhitungan Teknis <i>Hospital Ship</i> Dengan Lambung Katamaran.....	41
IV.6.1. Perhitungan <i>Froude Number</i>	41
IV.6.2. Perhitungan <i>Displacement</i>	41
IV.6.3. Perhitungan <i>Coefficient</i>	42
IV.6.4. Perhitungan Hambatan Kapal Total (Rt).....	42
IV.6.5. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk	46
IV.6.6. Perhitungan Tebal Pelat Kapal	50
IV.6.7. Perhitungan Berat Kapal	53
IV.6.8. Perhitungan <i>Freeboard</i>	58
IV.6.9. Perhitungan <i>Trim</i>	59
IV.6.10. Perhitungan Stabilitas.....	60
IV.6.11. Pembuatan Rencana Garis.....	65
IV.6.12. Pembuatan Rencana Umum	68
IV.6.13. Pembuatan <i>Safety Plan Arrangement</i>	74
IV.7. Alur Kegiatan Medis	84
IV.7.1. Alur Kedatangan Pasien	84
IV.7.2. Alur Pelayanan Medis	86
Bab V ANALISIS EKONOMIS.....	89
V.I. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal	89
Bab VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	95
VI.1. Kesimpulan.....	95
VI.2. Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN	
LAMPIRAN A: PERHITUNGAN TEKNIS DESAIN <i>HOSPITAL SHIP</i>	
LAMPIRAN B: PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN <i>HOSPITAL SHIP</i>	
LAMPIRAN C: <i>LINESPLAN, GENERAL ARRANGEMENT, & SAFETY PLAN</i>	
LAMPIRAN D: DESAIN 3D <i>CATAMARAN HOSPITAL SHIP</i>	
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Kapal Katamaran <i>Ferry Majestic 7</i>	7
Gambar II.2 Ruang Unit Gawat Darurat (UGD)	10
Gambar II.3 Ruang <i>Intensive Care Unit</i> (ICU)	10
Gambar II.4 Perawat sedang memantau <i>Central Monitoring</i>	11
Gambar II.5 Ruang <i>Intensive Cardiac Care Unit</i> (ICCU)	11
Gambar II.6 Perawat melakukan perawatan di ruang PICU	12
Gambar II.7 Perawat melakukan perawatan di ruang NICU	12
Gambar II.8 Ruang <i>High Care Unit</i> (HCU)	13
Gambar II.9 Ruang Bersalin.....	13
Gambar II.10 Ruang Operasi.....	14
Gambar II.11 Ruang Rawat Inap kelas VIP	15
Gambar II.12 Ruang Radiologi	15
Gambar II.13 KRI Dr. Soeharso sedang berlayar.....	16
Gambar II.14 Kapal Rumah Sakit USNS Mercy milik Amerika Serikat.....	17
Gambar II.15 Rumah Sakit Apung dr. Lie Dharmawan.....	19
Gambar II.16 Rumah Sakit Apung Nusa Waluya I ketika beroperasi.....	20
Gambar II.17 <i>The Spiral Design</i>	21
Gambar III. 1 Diagram alir metode penelitian	25
Gambar IV. 1 Pemilihan rute kapal menjadi 3 bagian	30
Gambar IV. 2 Rute Ambon-Jayapura sebagai acuan <i>daily consumable</i>	33
Gambar IV. 3 Layout kapal katamaran “ <i>KN Pacitan-Basarnas</i> ”	38
Gambar IV. 4 Layout awal <i>Hospital Ship</i> dengan acuan luasan ruangan yang dibutuhkan.....	38
Gambar IV. 5 Kapal katamaran “ <i>KN Pacitan-Basarnas</i> ”	39
Gambar IV. 6 Besarnya nilai <i>Displacement Desain Hospital Ship</i> pada <i>software maxsurf</i>	41
Gambar IV. 7 Spesifikasi mesin utama yang akan dipakai	49
Gambar IV. 8 Spesifikasi mesin bantu yang akan dipakai menggunakan merk MAN&BW ..	50
Gambar IV. 9 Kotak <i>dialog section calculation options</i>	60
Gambar IV. 10 Posisi peletakan tangki-tangki <i>consumable</i>	61
Gambar IV. 11 Peletakan tangki-tangki <i>consumable</i> tampak atas pada <i>Maxsurf Hydromax</i> ..	61
Gambar IV. 12 Analisis <i>density</i> pada <i>Maxsurf Hydromax</i>	62
Gambar IV. 13 Data Kondisi Pemuatan (<i>Loadcase 100%</i>).....	63
Gambar IV. 14 Kotak dialog <i>criteria</i>	64
Gambar IV. 15 Jendela Awal <i>Maxsurf</i>	65
Gambar IV. 16 <i>Parent</i> kapal penumpang katamaran	66
Gambar IV. 17 Menentukan Ukuran Utama Kapal Pada <i>Size Surface</i>	66
Gambar IV. 18 Mengatur <i>Stations, Buttock Lines Dan Waterline</i>	67
Gambar IV. 19 <i>Lines Plan</i> kapal penumpang katamaran sebelum di <i>Export</i>	67
Gambar IV. 20 <i>Layout</i> ruangan pada geladak utama <i>Catamaran Hospital Ship</i>	73
Gambar IV. 21 <i>Layout</i> ruangan pada geladak atas <i>Catamaran Hospital Ship</i>	73
Gambar IV. 22 <i>Layout</i> ruangan pada geladak kedua <i>Catamaran Hospital Ship</i>	74
Gambar IV. 23 <i>Linesplan</i> Desain <i>Catamaran Hospital Ship</i>	79
Gambar IV. 24 <i>General Arrangement</i> Desain <i>Catamaran Hospital Ship</i>	80
Gambar IV. 25 <i>Safety Plan</i> Desain <i>Catamaran Hospital Ship</i>	81

Gambar IV. 26 Gambar perspektif 3D <i>Catamaran Hospital Ship</i>	82
Gambar IV. 27 Gambar perspektif 3D <i>Catamaran Hospital Ship</i>	82
Gambar IV. 28 Desain <i>Interior Main Deck Catamaran Hospital Ship</i>	83
Gambar IV. 29 Desain <i>Interior Upper Deck Catamaran Hospital Ship</i>	83
Gambar IV. 30 Tangga untuk naik keatas kapal	84
Gambar IV. 31 Jembatan apung untuk akses ke kapal	85
Gambar IV. 32 Helikopter tipe Airbus EC 135 sebagai <i>Ambulance Helicopter</i>	86
Gambar IV. 33 Tangga jenis disabilitas untuk rumah sakit	87

DAFTAR TABEL

Tabel IV. 1 Daftar pelabuhan yang dapat disandarkan <i>Hospital Ship</i>	30
Tabel IV. 2 Luasan ruangan yang dibutuhkan pada Rumah Sakit Tipe B	34
Tabel IV. 3 Data teknis kapal <i>KN Pacitan-BASARNAS</i>	35
Tabel IV. 4 Batasan perbandingan ukuran utama kapal	36
Tabel IV. 5 Batasan kapasitas kapal sesuai Hukum Archimedes.....	36
Tabel IV. 6 Batasan-batasan stabilitas dan lambung timbul (<i>freeboard</i>) kapal	36
Tabel IV. 7 Parameter yang dipakai	37
Tabel IV. 8 Batasan rasio ukuran utama kapal katamaran	39
Tabel IV. 9 Ukuran utama kapal katamaran “KN Pacitan-Basarnas”	40
Tabel IV. 10 Perbandingan ukuran utama baru kedalam batasan rasio katamaran	40
Tabel IV. 11 Harga β untuk tiga variasi S/B	43
Tabel IV. 12 <i>wave resistance interference factor</i>	45
Tabel IV. 13 Harga C_w untuk variasi F_n dan L/B_1	45
Tabel IV. 14 Rekapitulasi hasil perhitungan tebal pelat.....	53
Tabel IV. 15 Perhitungan komponen berat DWT.....	54
Tabel IV. 16 <i>Freeboard</i> hasil dari perhitungan	59
Tabel IV. 17 Data ukuran utama kapal.....	70
Tabel V. 1 Perhitungan harga pelat aluminium kapal	89
Tabel V. 2 Perhitungan harga <i>Equipment</i> dan <i>Outfitting</i>	90
Tabel V. 3 Perhitungan harga komponen kelistrikan kapal.....	92
Tabel V. 4 Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal	93
Tabel V. 5 Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan kapal.....	94

DAFTAR SIMBOL

L	= Panjang kapal (m)
Loa	= <i>Length overall</i> (m)
Lpp	= <i>Length perpendicular</i> (m)
Lwl	= <i>Length of waterline</i> (m)
B ₁	= Lebar satu <i>hullcatamaran</i> (m)
T	= Sarat kapal (m)
H	= Tinggi lambung kapal (m)
B	= Lebar keseluruhan kapal (m)
H	= Tinggi keseluruhan kapal (m)
S	= Lebar <i>demihull</i> (m)
V _s	= Kecepatan dinas kapal (knot)
V _{max}	= Kecepatan maksimal kapal (knot)
Fn	= <i>Froud number</i>
Rn	= <i>Reynolds number</i>
C _B	= Koefisien blok
C _p	= Koefisien prismatic
C _m	= Koefisien midship
C _{wp}	= Koefisien <i>water plane</i>
ρ	= Massa jenis (kg/m ³)
g	= Percepatan gravitasi (m/s ²)
Δ	= <i>Displacement</i> kapal (ton)
∇	= <i>Volume displacement</i> (m ³)
LCB	= <i>Longitudinal center of bouyancy</i> (m)
VCG	= <i>Vertical center of gravity</i> (m)
LCG	= <i>Longitudinal center of gravity</i> (m)
LWT	= <i>Light weight tonnage</i> (ton)
DWT	= <i>Dead weight tonnage</i> (ton)
R _T	= Hambatan total kapal (N)
WSA	= Luasan permukaan basah (m ²)
ν	= Koefisien viskositas kinematik (m ² /s)
β	= Faktor interferensi hambatan gesek
τ	= Faktor interferensi hambatan gelombang
(1+ βk)	= <i>Catamaran viscous resistance interference</i>
C _w	= Koefisien hambatan gelombang
C _F	= Koefisien hambatan gesek
C _T	= Koefisien hambatan total
η	= Koefisien dari efisiensi
EHP	= <i>Effectif horse power</i> (hp)
THP	= <i>Thrust horse power</i> (hp)
DHP	= <i>Delivered horse power</i> (hp)
BHP	= <i>Brake horse power</i> (hp)

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara terluas didunia dengan total luas negara 5.193.250 km². Hal ini menempatkan Indonesia sebagai negara terluas ke-7 didunia setelah Rusia, Kanada, Amerika Serikat, China, Brasil dan Australia. Selain menempatkan dirinya sebagai salah satu negara terluas di dunia, Indonesia juga menempatkan dirinya sebagai negara kepulauan terluas didunia dengan persentase satu pertiga luas Indonesia adalah daratan dan dua pertiga luas Indonesia adalah lautan. Indonesia disebut juga sebagai Nusantara, hal ini dikarenakan Indonesia terdiri atas pulau-pulau yang berjumlah 17.508 pulau yang terbentang sepanjang 3.977 mil dari Samudera Indonesia hingga Samudera Pasifik. Hal ini menjadikan Indonesia memiliki lautan yang luas sekitar 3.273.810 km². Karena Indonesia merupakan negara kepulauan, transportasi air merupakan sarana penting yang menghubungkan banyak tempat di negara ini. Kapal yang banyak digunakan termasuk kapal kontainer , berbagai jenis ferry, kapal penumpang, kapal layar, dan kapal bermotor kecil. Di beberapa pulau, sungai merupakan kunci transportasi karena ketiadaan jalan yang layak. Di Kalimantan misalnya, kapal panjang melewati sungai-sungai bukanlah hal yang asing dan hal tersebut merupakan satu-satunya cara untuk mencapai banyak tempat di dalam pulau.

Contoh lainnya adalah di daerah Halmahera Selatan. Karena kondisi wilayahnya yang berpulau-pulau tersebut, maka transportasi yang paling penting sekaligus umum digunakan adalah perahu dan kapal umum. Namun kendala yang dihadapi adalah untuk menuju ke pusat kota yang berada di Pulau Bacan, perlu menempuh berjam-jam perjalanan dengan menggunakan kapal laut dari pulau sekitar sampai Pelabuhan Babang. Kemudian perjalanan dilanjutkan dengan angkutan umum selama 30 menit dari Babang ke ibukota Kabupaten Halmahera Selatan, Labuha.

Dilain sisi, untuk fasilitas kesehatan yang ada di Kabupaten Halmahera Selatan, terdiri dari dua buah rumah sakit umum yang berada di Labuha dan Obi, 10 buah puskesmas, 45 buah puskesmas pembantu, dan 74 buah puslides dengan kondisi sekitar 99 % rusak dan alat yang kurang memadai. Fasilitas tersebut tentu masih kurang cukup untuk memenuhi kebutuhan

kesehatan masyarakat Halmahera Selatan, dapat dilihat dari statistik pada tahun 2012, jumlah bayi meninggal yang dilaporkan di Provinsi Maluku Utara yaitu 326 bayi dan jumlah kematian bayi tertinggi dilaporkan terdapat di Kabupaten Halmahera Selatan, sebanyak 119 bayi meninggal. Dari seluruh kabupaten/kota di Maluku Utara, jumlah bayi meninggal yang dilaporkan pada umumnya mengalami peningkatan dibanding tahun sebelumnya terutama di Kabupaten Halmahera Selatan (Profil Kesehatan Maluku Utara, 2012).

Sedangkan untuk Jumlah kematian ibu di Provinsi Maluku Utara, juga mengalami peningkatan yang signifikan sejak tahun 2008 sampai dengan tahun 2012. Dimana jumlah ibu yang meninggal terbanyak dilaporkan di Kabupaten Halmahera Selatan yaitu 25 kematian. Hal ini sangat perlu mendapatkan perhatian khusus oleh seluruh program dan sektor terkait untuk mengkaji lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang berpengaruh pada kematian ibu. Selain angka kematian bayi dan ibu pada Kabupaten Halmahera Selatan, beberapa penyakit seperti Malaria, Tuberculosis, Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) serta HIV/AIDS juga memiliki angka risiko yang tinggi pada daerah Halmahera Selatan.

Selain itu, faktor lain yang melatarbelakangi dari pemilihan judul ini adalah seringnya masalah bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, angin puting beliung, banjir bandang, dan bencana alam lainnya terjadi di Indonesia yang mengakibatkan banyak korban jiwa baik luka ringan hingga meninggal dunia. Berdasarkan data yang ada hingga saat ini, hampir disetiap bencana alam yang terjadi mengakibatkan fasilitas pelayanan kesehatan ikut mengalami kerusakan. Sehingga pada saat terjadi bencana alam, fasilitas kesehatan tersebut tidak dapat digunakan dengan maksimal. Hal ini mengakibatkan para korban bencana alam akan sulit untuk mendapatkan penanganan kesehatan akibat bencana alam yang terjadi.

Oleh karena itu, dibutuhkanlah suatu fasilitas kesehatan yang dapat menjangkau setiap pulau yang ada di Indonesia agar masyarakat pesisir pantai tidak membutuhkan waktu yang lama dalam perjalanan untuk memperoleh fasilitas kesehatan yang layak dan baik. Berdasarkan dari contoh kasus kondisi kehidupan dan angka kesehatan masyarakat yang ada di Kabupaten Halmahera Selatan tersebut, penulis mendapatkan ide untuk mendesain *Hospital Ship* dengan lambung katamaran untuk digunakan pada daerah perairan Indonesia, sehingga pelayanan kesehatan dapat diperoleh hingga pulau-pulau terpencil yang ada di Indonesia. Desain lambung katamaran juga akan memberikan keuntungan pada *Hospital Ship* karena memberikan banyak ruang pada bagian geladak, serta mengurangi hambatan yang terjadi pada kapal, sehingga

Hospital Ship dapat berpindah tempat secara cepat dari suatu tempat ke tempat lainnya. Dengan adanya *Hospital Ship* tentu akan membantu mengurangi angka kematian pada ibu dan anak serta meningkatkan angka kehidupan dan kesehatan masyarakat Indonesia, khususnya masyarakat pesisir pantai dan pulau-pulau kecil.

I.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, beberapa permasalahan yang akan diselesaikan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ukuran utama yang optimal dari *Hospital Ship*?
2. Bagaimana mendapatkan desain *Hospital Ship* dengan model lambung katamaran yang efisien untuk digunakan di Perairan Indonesia?
3. Bagaimana mendesain Rencana Garis dan Rencana Umum dari *Hospital Ship* yang sesuai kebutuhan sarana fasilitas Rumah Sakit yang lengkap dan aman?
4. Bagaimana mendapatkan desain 3D *Hospital Ship* yang sesuai?

I.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pembagian wilayah operasi *Hospital Ship*
2. Menentukan fasilitas *Hospital Ship* yang efisien untuk digunakan di perairan Indonesia
3. Memperoleh ukuran utama *Hospital Ship* yang optimal.
4. Mendapatkan Rencana Garis dan Rencana Umum dari *Hospital Ship* yang sesuai kebutuhan sarana fasilitas Rumah Sakit yang lengkap dan aman serta desain 3D *Hospital Ship* yang sesuai.
5. Memperoleh besarnya nilai biaya pembangunan *Hospital Ship*.

I.4. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut:

1. Secara akademis, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan dunia pendidikan di Indonesia.
2. Secara praktek, diharapkan hasil dari pengerjaan Tugas Akhir ini dapat menyediakan *Hospital Ship* sebagai sarana pelayanan kesehatan yang memadai di Indonesia.

I.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Masalah teknis (desain) yang dibahas hanya sebatas *conceptual design*
2. Pembuatan desain dibatasi oleh penggunaan *software Maxsurf, CAD* dan *Microsoft Excel*
3. Tidak memperhitungkan perhitungan konstruksi, kekuatan memanjang dan kekuatan melintang
4. Desain peralatan Rumah Sakit yang akan digunakan, tidak mendetail, hanya secara garis besar.
5. Rute pelayaran yang dijadikan acuan dalam perhitungan *Hospital Ship* adalah perairan Indonesia Timur.
6. Analisa ekonomis hanya sebatas biaya pembangunan tanpa biaya operasional kapal.

I.6. Hipotesis

Hasil penelitian ini akan menghasilkan Desain *Hospital Ship* dengan model lambung Katamaran yang optimal, sebagai sarana pelayanan kesehatan pada daerah-daerah di pedalaman Indonesia, pendukung misi kemanusiaan dan armada tanggap bencana nasional di Indonesia.

I.7. Sistematika Laporan

Sistematika penulisan laporan yang disusun untuk pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang akan dilakukan, perumusan masalah serta batasan masalahnya, tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan Tugas Akhir ini, manfaat yang diperoleh, dan sistematika penulisan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian Tugas Akhir. Dasar-dasar teori, informasi tentang perhitungan dan prinsip-prinsip dasar dituliskan dalam bab ini.

BAB III. METODOLOGI

Bab ini berisi tahapan metodologi dalam menyelesaikan permasalahan secara berurutan dimulai dari tahap pengumpulan data dan studi literatur, hingga pengolahan

data untuk analisis lebih lanjut yang nantinya akan menghasilkan sebuah kesimpulan guna menjawab perumusan masalah yang sudah ditentukan.

BAB IV. PERHITUNGAN DAN DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMARAN

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang dilakukan. Pada bab ini akan dibahas mengenai proses perhitungan sampai dengan pembuatan desain *Linesplan* dan *General Arrangement Hosptal Ship* dengan lambung katamaran. Setelah dilakukan perhitungan dan pembuatan desain, selanjutnya dilakukan pembuatan desain 3d dengan menggunakan *software google sketchup* serta *3ds max*.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang didapatkan dari proses penelitian yang dilakukan serta memberikan saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab ini dijelaskan tentang landasan teori dan tinjauan pustaka yang menjadi dasar pengerjaan tugas akhir. Pada bab ini berisi tentang kapal katamaran, kapal rumah sakit beserta prinsip-prinsipnya.

II.1. Kapal Katamaran

Kapal katamaran adalah kapal yang memiliki dua lambung yang terikat menjadi satu dengan daya angkut lebih besar. Selain itu, kapal jenis katamaran juga cocok di perairan dangkal dan lebih stabil dibanding *monohull*. Dengan tingkat kestabilan-nya yang sangat baik, membuat para *designer* dan pembangun kapal banyak yang melirik untuk membuat jenis kapal ini sebagai *fast ferry*, kapal militer, ataupun roro. Pada sudut pandang umum, katamaran memiliki keuntungan dibandingkan dengan kapal *monohull* yaitu baik dari segi hambatan dan kapasitas muatan. Keuntungan lain yang dibuktikan oleh lambung katamaran adalah pada kondisi displasemen yang sama, lambung katamaran telah terbukti menghasilkan hambatan 20% lebih kecil dibandingkan dengan kapal *monohull*. Selain itu geladaknya yang luas memungkinkan untuk mengangkut muatan yang banyak.



Sumber: <http://batampos.co.id/wp-content/uploads/2016/06/mjestic.jpg>

Gambar II.1 Kapal Katamaran *Ferry Majestic 7*

Namun demikian, desain kapal ini memiliki tingkat kerumitan yang lebih tinggi dibandingkan kapal dengan lambung satu, salah satu hal yang perlu diperhatikan pada katamaran yang tidak dimiliki oleh kapal *monohull* adalah adanya efek interferensi oleh dua lambung *demihullnya*.

II.2. Rumah Sakit

Menurut WHO (World Health Organization), rumah sakit adalah bagian integral dari suatu organisasi sosial dan kesehatan dengan fungsi menyediakan pelayanan paripurna (komprehensif), penyembuhan penyakit (kuratif) dan pencegahan penyakit (preventif) kepada masyarakat. Rumah sakit juga merupakan pusat pelatihan bagi tenaga kesehatan dan pusat penelitian medik. Berdasarkan undang-undang No. 44 Tahun 2009 tentang rumah sakit, yang dimaksudkan dengan rumah sakit adalah institusi pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perorangan secara paripurna yang menyediakan pelayanan rawat inap, rawat jalan, dan gawat darurat.

Rumah Sakit mempunyai misi memberikan pelayanan kesehatan yang bermutu dan terjangkau oleh masyarakat dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Tugas rumah sakit adalah melaksanakan upaya pelayanan kesehatan secara berdaya guna dan berhasil guna dengan mengutamakan penyembuhan dan pemulihan yang dilaksanakan secara serasi dan terpadu dengan peningkatan dan pencegahan serta pelaksanaan upaya rujukan. Dimana untuk menyelenggarakan fungsinya, maka Rumah Sakit umum menyelenggarakan kegiatan pelayanan medis, pelayanan dan asuhan keperawatan, pelayanan penunjang medis dan nonmedis, pelayanan kesehatan kemasyarakatan dan rujukan, pendidikan, penelitian dan pengembangan, serta administrasi umum dan keuangan.

Berdasarkan fungsi dan tugas dari Rumah Sakit, ada beberapa pembagian tipe-tipe Rumah Sakit. Tipe-tipe rumah sakit ini dibedakan berdasarkan kemampuan sebuah Rumah Sakit dalam memberikan pelayanan medis kepada para pasiennya.

1. Rumah Sakit Tipe A

Merupakan Rumah Sakit yang telah mampu memberikan pelayanan Kedokteran Spesialis dan Subspesialis luas sehingga oleh pemerintah ditetapkan sebagai tempat rujukan tertinggi (*Top Referral Hospital*) atau biasa juga disebut sebagai Rumah Sakit Pusat.

2. Rumah Sakit Tipe B

Merupakan Rumah Sakit yang telah mampu memberikan pelayanan Kedokteran Spesialis dan Subspesialis terbatas. Rumah Sakit ini didirikan di setiap Ibukota Propinsi yang mampu menampung pelayanan rujukan dari Rumah Sakit tingkat Kabupaten.

3. Rumah Sakit Tipe C

Merupakan Rumah Sakit yang telah mampu memberikan pelayanan Kedokteran Spesialis terbatas. Rumah Sakit tipe C ini didirikan di setiap Ibukota Kabupaten (*Regency hospital*) yang mampu menampung pelayanan rujukan dari Puskesmas.

4. Rumah Sakit Tipe D

Merupakan Rumah Sakit yang hanya bersifat transisi dengan hanya memiliki kemampuan untuk memberikan pelayanan Kedokteran Umum dan gigi. Rumah sakit tipe C ini mampu menampung rujukan yang berasal dari Puskesmas.

5. Rumah Sakit Tipe E

Tipe rumah sakit ini merupakan Rumah Sakit Khusus (*special hospital*) yang hanya mampu menyalenggarakan satu macam pelayanan kesehatan kedokteran saja, misalnya Rumah Sakit Kusta, Rumah Sakit Paru, Rumah Sakit Jantung, Rumah Sakit Kanker, Rumah Sakit Ibu dan Anak, dll.

II.2.1. Ruangan di Rumah Sakit

Didalam Rumah Sakit terdapat ruangan-ruangan yang masing-masing mempunyai fungsi berbeda-beda. Ruangan tersebut antara lain adalah:

1. Unit / Instalasi Gawat Darurat (UGD / IGD)

UGD / IGD adalah ruangan utama di Rumah Sakit yang memberi pelayanan 24 jam, dimana kasus-kasus kegawat daruratan selama 24 jam di tangani di ruangan tersebut (misal kecelakaan, serangan jantung mendadak, atau orang yg kesadarannya menurun. Petugas yang berjaga di UGD diantaranya adalah Dokter Umum, Perawat bersertifikat ATLS / ACLS (*Advance Trauma Life Support dan Advance Cardiac Life Support*)). UGD / IGD terbagi atas Triase Observasi, Resusitasi, Bedah kecil (misalnya: pengangkatan beling di anggota tubuh pasien yang lukanya dalam). Contoh gambar ruangan UGD seperti pada Gambar II.2



Sumber: <http://4.bp.blogspot.com/s1600/ICU.jpg>
Gambar II.2 Ruang Unit Gawat Darurat (UGD)

2. *Intensive Care Unit (ICU)*

Pasien yang di rawat di ruangan ini adalah pasien yang kondisi kesadarannya rendah / perlu di observasi secara ketat. Dimana seluruh pasien menggunakan *Bedside Monitor / Patient Monitor* yang tersambung ke *Central Monitoring (ICU Nurse Station)* sehingga bila terjadi perubahan tanda vital pada pasien, bisa segera dilakukan tindakan, kebanyakan pasien ICU juga menggunakan *Ventilator* untuk membantu nafas pasien.



Sumber: <http://us.images.detik.com/content/2012ruangrs460ts.jpg>
Gambar II.3 Ruang *Intensive Care Unit (ICU)*



Sumber: https://dl.kaskus.id/rsbrayatminulya.com/r_fransiskus/ICU.JPG

Gambar II.4 Perawat sedang memantau *Central Monitoring*

3. *Intensive Cardiac Care Unit (ICCU)*

Ruangan ini hampir sama dengan ICU, hanya ICCU adalah ruangan khusus untuk pasien penyakit jantung. Alat-alat yg tersedia sama dengan ICU. Contoh gambar ruangan ICCU seperti pada Gambar II.5



Sumber: <http://liputan6.com/medias/100202/big/ruang-icu121228a.jpg>

Gambar II.5 Ruang *Intensive Cardiac Care Unit (ICCU)*

4. PICU / NICU / Perinatologi (Perina)

PICU / *Pediatric Intensive Care Unit* adalah ICU untuk anak-anak. Sedangkan NICU / *Neonatal Intensive Care Unit* adalah ICU untuk bayi baru lahir dengan kondisi lemah, seperti cacat bawaan (belum terbentuknya organ secara sempurna), gangguan pernafasan berat (menggunakan *ventilator*) dan bayi berat badan rendah. Perina adalah perawatan bayi yang kondisinya kurang baik seperti paru-paru belum matang (biasanya diberikan *Bubble CPAP*) dan memerlukan observasi lebih lanjut, namun tingkat perina lebih rendah dari pada PICU. Contoh gambar ruangan PICU / NICU seperti pada Gambar II.6 dan Gambar II.7



Sumber: <http://bunda.co.id/fasilitas-dan-pelayanan/produk-unggulan-rsia-bunda>
Gambar II.6 Perawat melakukan perawatan di ruang PICU



Sumber: <http://bunda.co.id/fasilitas-dan-pelayanan/produk-unggulan-rsia-bunda>
Gambar II.7 Perawat melakukan perawatan di ruang NICU

5. *High Care Unit (HCU)*

Ruangan ini sama seperti ICU, hanya pasien yg dirawat di HCU kondisinya lebih baik dari pasien ICU (tdk pakai *ventilator*) namun tetap dgn pengawasan ketat. Contoh gambar ruangan HCU seperti pada Gambar II.8



Sumber: <http://bundaneurocenter.com/sites/default/files/icu1.JPG>

Gambar II.8 Ruang *High Care Unit (HCU)*

6. Ruang Bersalin

Ruang Bersalin adalah ruangan yang digunakan untuk persalinan normal. Contoh gambar Ruang Bersalin seperti pada Gambar II.9



Sumber: <http://www.rssarimulia.com/thumb/detailg/7.jpg>

Gambar II.9 Ruang Bersalin

7. Ruang Operasi

Ruang Operasi di rumah sakit biasa di bagi menjadi dua, yaitu ruang operasi major dan minor. Di ruang operasi juga tersedia ruang *recovery* (pemulihan) dan CSSD (*Central Sterile Supply Dept*) untuk mensterilkan alat-alat/ instrumen operasi. Contoh gambar Ruang Operasi seperti pada Gambar II.10



Sumber: <http://mbakrosy.files.wordpress.com/2011/10/city-r-ops-1.jpg>

Gambar II.10 Ruang Operasi

8. Ruang Rawat Inap

Ruang perawatan di Rumah Sakit biasanya dibagi menjadi 5 yaitu, VVIP, VIP, Kelas 1, Kelas 2, Kelas 3. Perbedaannya adalah pada jumlah pasien dalam satu kamar dan fasilitas tambahan, seperti di ruang VVIP dan VIP, bed pasien elektrik, sedangkan kelas 1,2,3 bed pasien tipe *manual* (diputar) dan di Ruang VVIP maupun VIP terdapat sofa untuk penunggu pasien.



Sumber: <http://www.pikhospital.co.id/uploads/vip.jpg>

Gambar II.11 Ruang Rawat Inap kelas VIP

9. Ruang Radiologi

Ruang Radiologi memiliki alat untuk memeriksa bagian dalam anggota organ pasien. Contoh radiologi adalah *X-Ray Rontgen*, *CT-SCAN / MSCT-SCAN*, *MRI*. Contoh gambar Ruang Radiologi seperti pada Gambar II.12



Sumber: <http://pusatpengobatan.com/wp-content/uploads/2015/01/radiologi-RSU-haji.jpg>

Gambar II.12 Ruang Radiologi

II.3. Kapal Rumah Sakit

Kapal rumah sakit adalah kapal yang berfungsi sebagai fasilitas pelayanan medis di lautan. Dahulu biasanya kapal ini dioperasikan oleh angkatan bersenjata di tiap-tiap negara (angkatan laut) yang dimaksudkan digunakan di dekat zona peperangan. Lazimnya kapal ini dahulunya merawat korban-korban luka akibat peperangan. Sekarang kapal rumah sakit ini juga sering digunakan pada misi-misi kemanusiaan seperti penanganan korban bencana alam, pelayanan kesehatan bagi daerah-daerah terpencil dan lain-lain.

Contoh salah satu kapal rumah sakit yang juga sekaligus kapal perang adalah KRI Dr. Soeharso. Sebagai kapal rumah sakit, kapal mempunyai fasilitas setara dengan rumah sakit tipe B. didalam kapal itu telah disediakan 1 ruang UGD, 3 ruang bedah, 6 ruang poliklinik, 14 ruang panjang klinik, dan 2 ruang perawatan dengan kapasitas masing-masing 20 tempat tidur. Kapal itu memiliki 75 anak buah kapal (ABK), 65 staf medis dan mampu menampung 40 pasien rawat inap. Kapal ini bukan murni kapal rumah sakit karena pada bagian lambungnya digunakan sebagai alat angkut tank-tank amfibi milik tentara angkatan laut Republik Indonesia (Munady, 2014). Kapal tersebut bisa dilihat pada gambar II.13



Sumber: <http://jakartagreater.com/wp-content/uploads/2016/01/image-47.jpg>

Gambar II.13 KRI Dr. Soeharso sedang berlayar

KRI tersebut adalah kapal Rumah sakit yang ada di Indonesia yang juga merupakan kapal perang yang berfungsi sebagai angkut personel dan kendaraan tempur. Selain contoh kapal rumah sakit yang ada di Indonesia tersebut ada beberapa kapal yang ada di dunia ini yang juga berfungsi sebagai kapal rumah sakit. Contohnya adalah kapal rumah sakit milik amerika serikat yaitu USNS Mercy. Kapal sepanjang 273 meter dan luas 894 kaki itu dulunya adalah

kapal Tanker. Kemudian dikonversi menjadi sebuah kapal Rumah Sakit di galangan kapal San Diego, Arnerika Serikat, dengan konstruksi 9 lantai. Palkanya dibedah, ditata ulang, dan diisi dengan peralatan medis modern. Di lambung kiri dan kanan diberi ruang yang diisi 35 ribu ton air laut, sebagai penyeimbang kapal. Dengan kelengkapan itu, kapal praktis tidak oleng meski dihantam ombak. Itulah sebabnya, operasi berpresisi tinggi, seperti bedah jantung, bisa dilakukan meski kapal sedang melaju. Untuk mengurangi guncangan, kabin bedah diletakkan di tengah perut kapal (Araro, 2012).



Sumber: http://www.maritimequest.com/warship_directory/usns_mercy_t_ah_19_03.jpg

Gambar II.14 Kapal Rumah Sakit USNS Mercy milik Amerika Serikat

Seperti terlihat pada Gambar II. 14 di atas, kapal ini merupakan kapal Rumah Sakit yang sangat besar dan merupakan kapal Rumah Sakit paling canggih di dunia. Kapal ini beroperasi di bawah angkatan laut Amerika Serikat. Kapal ini sudah mengelilingi dunia untuk melakukan misi kemanusiaan. Kapal ini juga terlibat dalam misi kemanusiaan di Indonesia ketika terjadi Gempa dan Tsunami di Aceh pada tahun 2004 lalu dan kembali ke Indonesia tepatnya di Manado pada tahun 2012 lalu.

Kapal USNS mercy dahulunya merupakan kapal tanker berukuran super besar atau biasa disebut dengan VLCC (*very large crude carrier*). Setelah dikonversi menjadi kapal Rumah Sakit, kapal ini menambah deckhouse pada geladak utamanya sebagai tempat tinggal kru medis. Kapal ini juga dilengkapi dengan tempat pendaratan helikopter. Sedangkan ruang

muat tanker dirubah menjadi ruangan medis seperti layaknya di Rumah Sakit bertaraf Internasional.

Selain dua contoh kapal rumah sakit dengan ukuran besar diatas, terdapat pula kapal rumah sakit dengan ukuran panjang dibawah 100 meter yang telah beroperasi di Indonesia dalam rangka misi kemanusiaan, yaitu Rumah Sakit Apung (RSA) dr. Lie Dharmawan. Rumah Sakit Apung dr. Lie Dharmawan berawal dari ide gila seorang dokter bernama Lie Dharmawan. Ide tersebut muncul ketika dr. Lie Dharmawan tengah melakukan pelayanan medis cuma-cuma di Langgur, Kei Kecil-Maluku Tenggara dengan teman-temannya dari komunitas *doctorshare*. Saat melangsungkan bedah, di luar rencana datang seorang ibu membawa anak perempuannya yang berusia 9 tahun dalam keadaan usus terjepit. Mereka telah berlayar selama tiga hari dua malam mengarungi lautan. Menurut teori medis, seseorang dengan usus terjepit harus sudah dioperasi dalam waktu 6-8 jam. Namun anak perempuan tersebut dapat dioperasi dan mukjizat mengantarnya menuju kesembuhan.

Setelah kejadian tersebut, dr. Lie akhirnya memiliki keinginan untuk membangun rumah sakit dengan sistem jemput bola kepada masyarakat yang membutuhkan, terutama mereka yang hidup di daerah tertinggal, perbatasan, dan kepulauan (DTPK) tanpa/minim fasilitas kesehatan. Oleh karena itu, ide untuk membuat rumah sakit apung yang pada saat itu sangat tidak memungkinkan segera diwujudkan oleh dr. Lie Dharmawan.

Penelitian mulai dilakukan olehnya. Diketahui bahwa jenis kapal untuk Rumah Sakit Apung yang sesuai dengan kondisi Indonesia bukanlah kapal besar yang sulit merapat ke pulau-pulau kecil. Di samping itu, jenis kapal berbahan fiber juga terlalu ringan dan akan segera bocor ketika menabrak karang. Penelitian tentang kapal yang akan digunakan sebagai rumah sakit dilakukan dr. Lie Dharmawan hingga ke Seattle, Amerika Serikat. Disana, dr. Lie Dharmawan mengunjungi museum kapal laut dan melihat kapal laut berbahan kayu berusia seratusan tahun dalam kondisi yang masih sangat baik. Dari perpustakaan di sana, terdapat sebuah artikel yang menulis bahwa jenis kayu terbaik bagi kapal adalah kayu ulin yang tumbuh di Indonesia dan Filipina.



Sumber: https://wikimedia.org/wikipedia/id/7/74/RSA_dr_Lie_Dharmawan.jpg

Gambar II.15 Rumah Sakit Apung dr. Lie Dharmawan

Pulang ke Indonesia, dr. Lie mulai mencari kapal kayu dan akhirnya menemukan sebuah kapal barang di Palembang. Kapal berjenis pinisi tersebut akhirnya dibeli tahun 2012. Kapal tersebut mempunyai dimensi panjang yaitu 23.13 meter, lebar 6.82 meter, dan sarat kapal adalah 4.40 meter dengan material kapal seluruhnya adalah kayu. Kapal yang dibangun pada tahun 2008 tersebut juga dapat memuat barang hingga 250 ton dan mampu berlayar dari Palembang menuju Riau, Batam, dan sebagainya dengan kecepatan maksimum 10 knot. Dengan kualifikasi tersebut, Rumah Sakit Apung dapat berdiri di atas kapal ini. Melalui perombakan selama satu tahun, maka pada April 2013 lahirlah Rumah Sakit Apung (RSA) dr. Lie Dharmawan yang terdiri dari fasilitas ruang pemeriksaan, kamar bedah, kamar rontgen, laboratorium, ruang rawat pasien, ruang arsip, kamar dokter, kamar perawat, kamar karyawan, ruang diskusi, dapur, kamar mandi, serta ruang kemudi kapal. Hingga September 2015, program Rumah Sakit Apung telah melayani banyak sekali pasien, diantaranya adalah 331 pelayanan USG dan pemeriksaan kehamilan, 385 operasi mayor, 643 operasi minor, 13,368 pengobatan umum dan rawat jalan, dan 3,549 penyuluhan kepada anak sekolah di Indonesia dari Papua, Maluku, Riau, Aceh dan beberapa pulau lainnya. Hal yang membuat RSA dr. Lie Dharmawan sangat istimewa adalah seluruh pelayanan kesehatan yang diberikan adalah bebas biaya pengobatan dari pasien alias gratis.

Setelah RSA dr. Lie Dharmawan beroperasi hampir 3 tahun, komunitas *doctorshare* yang merupakan komunitas yang dibangun oleh dr. Lie Dharmawan mendapatkan bantuan berupa satu buah kapal dari Yayasan Ekadharma dan satu unit tongkang dari PT Multi Agung Sarana Ananda (PT MASA). Kapal tersebut diberi nama RSA Nusa Waluya I dan RSA Nusa

Waluya II untuk jenis tongkang. RSA Nusa Waluya I telah beroperasi sebagaimana seperti RSA dr. Lie Dharmawan untuk mengobati masyarakat yang membutuhkan fasilitas kesehatan, terutama mereka yang hidup di daerah tertinggal, perbatasan, dan kepulauan (DTPK) tanpa/minim fasilitas kesehatan.



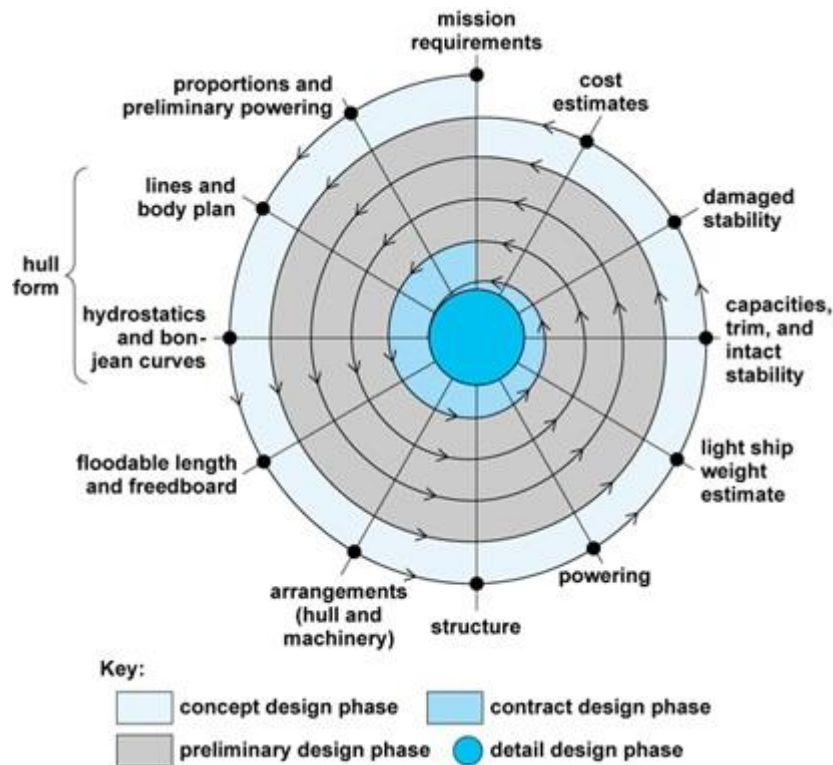
Sumber: https://wikimedia.org/wikipedia/id/7/7b/RSA_Nusa_Waluya_I.jpg

Gambar II.16 Rumah Sakit Apung Nusa Waluya I ketika beroperasi

RSA Nusa Waluya I merupakan kapal bekas yang dibangun pada tahun 1977 yang sudah dimodifikasi menjadi rumah sakit apung. RSA Nusa Waluya I memiliki ukuran utama dengan panjang 42 meter, lebar kapal 6.5 meter, sarat kapal 2.5 meter serta memiliki tonase kotor sebesar 210 ton. Fasilitas yang ada pada RSA Nusa Waluya I juga lebih lengkap dibandingkan RSA dr. Lie Dharmawan, dimana sudah terdapat fasilitas radiologi, tempat tidur pasien untuk rawat inap, ruang konsultasi, dan poli gigi. Sedangkan RSA Nusa Waluya II direncanakan akan dapat beroperasi untuk melayani kebutuhan kesehatan masyarakat pedalaman pada tahun 2017.

II.4. Teori Desain Kapal

Proses membuat desain sebuah kapal adalah proses yang berulang-ulang, dimana harus melewati setiap tahapan-tahapan yang harus dipenuhi guna mendapatkan desain kapal yang baik dan optimal. Desain ini digambarkan pada desain spiral (*the spiral design*). Desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan, yaitu *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design*.



Sumber: http://www.marinewiki.org/images/Ship_design_spiral.jpg

Gambar II.17 *The Spiral Design*

II.4.1. *Concept Design*

Concept design atau konsep desain kapal merupakan tahap lanjutan setelah adanya *Owner requirement*. Konsep desain kapal adalah tugas atau misi *designer* untuk mendefinisikan sebuah objek untuk memenuhi persyaratan misi dan mematuhi kendala atau permasalahan yang ada. Konsep bisa dibuat dengan menggunakan rumus pendekatan, kurva ataupun pengalaman untuk membuat perkiraan-perkiraan awal yang bertujuan untuk mendapatkan estimasi biaya konstruksi, biaya permesinan kapal dan biaya peralatan serta perlengkapan kapal. Hasil dari tahapan konsep desain ini umumnya berupa gambar atau sketsa, baik sebagian ataupun secara lengkap.

II.4.2. *Preliminary Design*

Tahapan yang kedua dalam proses desain adalah *preliminary design*. *Preliminary design* adalah usaha teknis lebih lanjut yang akan memberikan lebih banyak detail pada konsep desain. Dalam hubungannya dengan diagram spiral, *preliminary design* ini merupakan iterasi kedua atau bisa dikatakan merupakan lintasan kedua pada diagram spiral. Adapun yang dimaksud detail meliputi fitur-fitur yang memberikan dampak signifikan pada kapal, termasuk

juga pendekatan awal biaya yang akan dibutuhkan. Contoh dari penambahan detail adalah perhitungan kekuatan memanjang kapal, pengembangan bagian *midship* kapal, perhitungan yang lebih akurat mengenai berat dan titik berat kapal, sarat, stabilitas, dan lain-lain.

II.4.3. Contract Design

Tahap *contract design* merupakan tahap lanjutan setelah *preliminary design*, yakni tahap pengembangan perancangan kapal dalam bentuk yang lebih mendetail yang memungkinkan pembangun kapal harus memahami kapal yang akan dibuat dan mengestimasi secara akurat seluruh biaya pembuatan kapal.

Tujuan utama pada kontrak desain adalah pembuatan dokumen yang mendeskripsikan kapal yang akan dibuat. Selanjutnya dokumen tersebut akan menjadi dasar dalam kontrak atau perjanjian pembangunan antara pemilik kapal dan pihak galangan kapal. Adapun komponen dari *contract drawing* dan *contract specification* meliputi:

- *Arrangement Drawing*
- *Structural Drawing*
- *Structural Details*
- *Propulsion Arrangement*
- *Machinery Selection*
- *Propeller Selection*
- *Generator Selection*
- *Electrical Selection*

Komponen-komponen diatas tersebut disebut juga dengan *key plan drawing*. *Key plan drawing* tersebut harus mempresentasikan secara detail fitur-fitur kapal sesuai dengan permintaan pemilik kapal atau *shipowner*.

II.4.4. Detail Design

Detail design adalah tahap terakhir dari proses mendesain kapal. Pada tahap ini hasil dari tahapan sebelumnya dikembangkan menjadi gambar kerja yang lebih detail secara menyeluruh. Tahapan ini mencakup semua rencana dan perhitungan yang diperlukan untuk proses konstruksi dan operasional kapal. Bagian terbesar dari pekerjaan ini adalah produksi gambar kerja yang diperlukan untuk proses produksi.

II.5. Metode Desain Kapal

Secara umum metode yang digunakan untuk proses desain sebuah kapal antara lain adalah sebagai berikut:

II.5.1. *Parent Design Approach*

Parent design approach merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi, yaitu dengan cara mengambil sebuah kapal yang dijadikan sebagai acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan dirancang. Dalam hal ini, desainer sudah mempunyai referensi kapal yang sama dengan yang akan dirancang, dan terbukti mempunyai performa yang baik.

Keuntungan dalam *parent design approach* adalah dapat mendesain kapal lebih cepat, karena sudah ada acuan kapal sehingga desainer hanya butuh memodifikasi saja, dan *performance* kapal juga telah terbukti baik.

II.5.2. *Trend Curve Approach*

Trend Curve Approach atau biasanya disebut dengan metode statistik memakai sistem regresi dari beberapa kapal pembanding untuk menentukan ukuran utama kapal. Dalam metode ini, ukuran beberapa kapal pembanding setelah diambil sampel maka kemudian dikomparasi dimana setiap variabel dihubungkan dan ditarik suatu rumusan yang berlaku terhadap kapal yang akan dirancang.

II.5.3. *Iterative Design Approach*

Iterative design adalah sebuah metodologi desain kapal yang berdasarkan pada proses siklus dari *prototyping*, *testing*, dan *analyzing*. Perubahan dan perbaikan akan dilakukan berdasarkan hasil pengujian iterasi terbaru dari sebuah desain. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan fungsionalitas dari sebuah desain yang sudah ada. Proses desain kapal memiliki sifat iteratif yang paling umum digambarkan oleh spiral desain yang mencerminkan desain metodologi dan strategi. Biasanya metode ini digunakan pada orang-orang tertentu saja (sudah berpengalaman dengan menggunakan *knowledge*).

II.5.4. *Parametric Design Approach*

Parametric design approach adalah metode yang digunakan dalam mendesain kapal dengan parameter, misalnya (L, B, T, Cb, LCB dan lain-lain) sebagai ukuran utama kapal yang

merupakan hasil regresi dari beberapa kapal pembanding, kemudian dihitung hambatan totalnya, merancang baling-baling, perhitungan perkiraan daya motor induk, perhitungan jumlah ABK, perhitungan titik berat, *trim*, dan lain-lain.

II.5.5. Optimization Design Approach

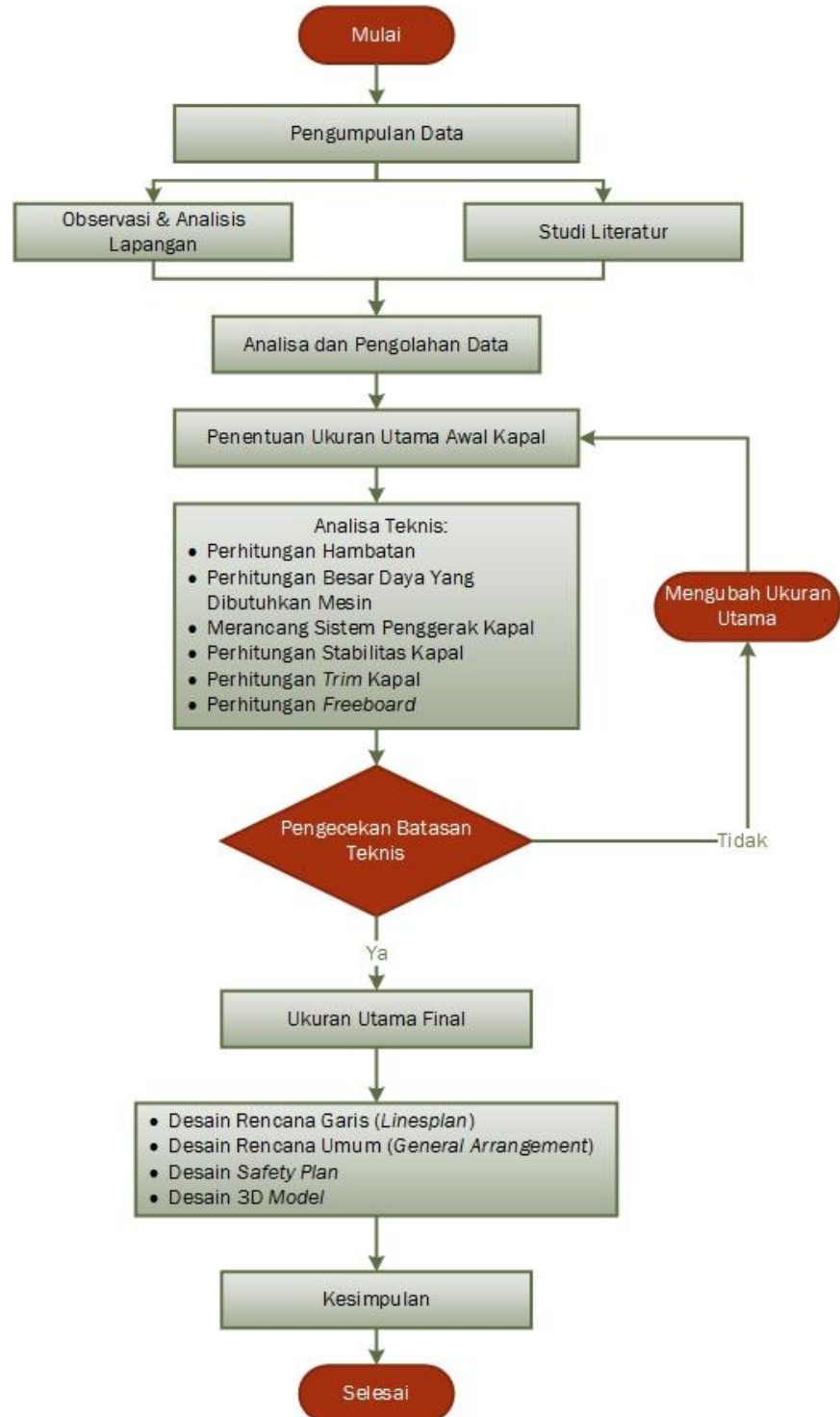
Metode optimasi ini digunakan untuk menentukan ukuran utama kapal yang optimum serta kebutuhan daya motor penggeraknya. Dalam hal ini, desain yang optimum dicari dengan menemukan desain yang akan meminimalkan *economic cost* (biaya ekonomi agar seminimal mungkin). Adapun parameter dari optimasi ini adalah hukum fisika, kapasitas ruang muat, stabilitas, *freeboard*, *trim*, dan harga kapal itu sendiri.

II.6. Gambaran Umum Daerah Operasional

Kapal Rumah Sakit yang akan di desain rencananya berupa kapal *sister ship* yang akan dibangun sebanyak 3 buah mengingat luasnya wilayah perairan Indonesia. Kapal pertama akan beroperasi dan melayani wilayah Indonesia barat. Kapal ini pangkalannya rencananya berada di Jakarta dan akan meng-*cover* sampai daerah terjauh yaitu sampai di ujung pulau Sumatera tepatnya di Banda Aceh. Jarak antara Jakarta — Banda Aceh adalah 1047.37 *nautical miles*. Kapal kedua akan meng-*cover* wilayah Indonesia tengah yaitu mulai dari pangkalan di Surabaya sampai daerah terjauh di Kalimantan, yaitu kota Tarakan, Jaraknya sekitar 945.03 *nautical miles*. Kapal terakhir akan beroperasi di wilayah Indonesia Timur dengan radius jarak terjauh yang ditempuh adalah Ambon-Jayapura yaitu sekitar 1284.36 *nautical miles*. Penentuan jarak ini diambil juga sebagai dasar untuk kebutuhan payload kapal, dimana penulis akhirnya mengambil rute Ambon-Jayapura sebagai rute terjauh.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar III. 1 Diagram alir metode penelitian

III.2. Langkah Pengerjaan

Pada bab ini dijelaskan tentang langkah-langkah dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Secara umum, langkah-langkah pengerjaan yang dilakukan digambarkan seperti dalam diagram alir pada Gambar III.1 di atas.

III.2.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap awal dilakukan identifikasi permasalahan yang ada, antara lain:

1. Luasnya wilayah Indonesia, banyak penduduk tinggal di pesisir pantai dan kurangnya fasilitas kesehatan.
2. Indonesia memiliki potensi bencana alam yang besar.
3. Indonesia juga mempunyai risiko kecelakaan transportasi yang besar.

Dari permasalahan di atas, kemudian dibuat beberapa perumusan masalah yang kemudian akan menjadi suatu tujuan pengerjaan Tugas Akhir ini. Tidak lupa diberikan batasan pengerjaan agar pembahasan yang dilakukan jelas dan tidak melebar.

III.2.2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam Tugas Akhir ini adalah metode pengumpulan data secara langsung (*primer*) jika diperlukan dan secara tidak langsung (*sekunder*). Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Luas wilayah perairan Indonesia

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari pulau-pulau yang dikelilingi oleh lautan yang luas. Terdiri dari sekitar 13.667 pulau, dengan luas daratan 1.922.570 km² dan luas perairan lautnya mencapai 3.257.483 km² (belum termasuk perairan ZEE). Panjang garis pantainya mencapai 81.497 km² dan merupakan garis pantai terpanjang di dunia. Jika ditambah dengan ZEE, maka luas perairan Indonesia sekitar 7,9 juta km² atau 81% dari luas keseluruhan.

2. Kondisi perairan

Data teknis yang diperlukan adalah data tentang luas perairan Indonesia dan jarak rute pelayaran. Dari jarak pelayaran nantinya didapatkan waktu tempuh yang berguna juga dalam penentuan lama misi kapal Rumah Sakit ini.

3. Data kapal yang dijadikan acuan sebagai data Tugas Akhir

Data kapal pembanding diperlukan sebagai referensi untuk menentukan ukuran utama awal kapal.

III.2.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan beserta teori-teori yang terkait dengan Tugas Akhir ini. Studi yang dilakukan antara lain mengenai:

1. Rumah Sakit

Kapal yang akan didesain adalah kapal yang menyediakan layanan medis seperti rumah sakit sehingga harus dipelajari dahulu pengertian Rumah Sakit, apa yang ada di dalamnya sekaligus fungsinya.

2. Desain ruangan yang ada di Rumah Sakit

Setelah mempelajari seluk beluk Rumah Sakit, maka yang dilakukan adalah menentukan fasilitas-fasilitas dari Rumah Sakit, apa saja yang akan dimasukkan dalam desain Kapal Rumah Sakit ini. Hal ini bertujuan untuk mencari besar payload kapal yang dalam Tugas Akhir ini payload berupa luasan ruang medis serta kapasitas manusia yang diangkut.

3. Referensi perhitungan teknis

Karena kapal yang digunakan adalah kapal dengan tipe lambung katamaran, maka perhitungan teknis harus mempelajari perhitungan kapal-kapal katamaran. Selain itu, pengerjaan perhitungan teknis juga merujuk pada jurnal-jurnal yang sudah ada serta buku-buku penunjang.

Selain dari materi-materi di atas, tinjauan pustaka juga berasal dari beberapa Tugas Akhir terdahulu, yang berkaitan dengan tema Tugas Akhir ini.

III.2.4. Analisis Data Awal

Setelah data-data yang diperlukan terkumpul dan ditunjang dengan tinjauan pustaka yang berkaitan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis awal dari data-data tersebut. Analisis yang dilakukan adalah untuk menentukan:

1. Pembagian lokasi dan rute kapal yang akan di desain.

Pembagian daerah pelayaran yang ditentukan terlebih dahulu di atas, selain membagi daerah pelayaran yang akan dilayani oleh ketiga kapal, berguna juga untuk menentukan kapasitas *daily crew consumption* sebagai salah satu *item payload* pada desain kapal.

2. Penentuan fasilitas medis yang ada di Kapal Rumah Sakit ini.

Penentuan fasilitas ini penting untuk penentuan jumlah ruangan serta jumlah luas dari setiap ruangan yang menjadi dasar penentuan *payload* kapal.

III.2.5. Penentuan Ukuran Utama Awal Kapal

Penentuan ukuran awal menggunakan sketsa desain awal kapal yang mengacu pada luasan awal yang dibutuhkan dari fasilitas ruang medis yang dibutuhkan. Selain itu ukuran utama kapal akan menggunakan *parents ship*, yaitu KN Pacitan milik Basarnas.

III.2.6. Perhitungan Teknis

Perhitungan teknis dilakukan sesuai dengan literatur yang dipelajari. Hal itu meliputi perhitungan hambatan kapal, perhitungan daya kapal, penentuan mesin kapal, penentuan berat kapal, penentuan pemakaian *ballast* pada kapal jika diperlukan, perhitungan stabilitas, perhitungan lambung timbul.

III.2.7. Pembuatan Rencana Garis, Rencana Umum Kapal, dan Desain 3D kapal

Dalam pembuatan Rencana Garis kapal dilakukan dengan bantuan *software Maxsurf*. Dari desain yang telah dibuat di *Maxsurf* dapat langsung diambil *Lines Plan*-nya. Kemudian untuk memperhalus *Lines Plan* dilakukan dengan menggunakan *software AutoCAD*.

Sedangkan untuk pembuatan Rencana Umum dilakukan setelah Rencana Garis selesai. Sebab, *Outline* dari Rencana Umum diambil dari Rencana Garis. Pembuatan Rencana Umum dilakukan dengan menggunakan bantuan *software AutoCAD*. Penentuan tempat ruang medis dilakukan pada tahap ini. Setelah tahapan pembuatan rencana umum selesai dilakukan, maka tahapan selanjutnya adalah pembuatan desain secara 3 dimensi yang akan dilakukan dengan bantuan *software Sketchup* atau *Solidworks*.

III.2.8. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan, kemudian ditarik kesimpulan dari analisa dan perhitungan. Kesimpulan tersebut berupa ukuran utama kapal dan koreksi keamanan terhadap standar yang sudah ada. Saran dibuat untuk menyempurnakan apa yang belum tercakup dalam proses desain kapal ini.

BAB IV

DESAIN *HOSPITAL SHIP* DENGAN LAMBUNG KATAMARAN

IV.1. Wilayah Indonesia

Negara Indonesia yang merupakan negara kepulauan, terdiri dari pulau-pulau besar dan pulau-pulau kecil. Pulau-pulau besar di Indonesia antara lain adalah Pulau Papua dengan luas 785.753 km², Pulau Kalimantan dengan luas 748.168 km², Pulau Sumatera dengan luas 443.066 km², Pulau Sulawesi dengan luas 180.681 km², Pulau Jawa dengan luas 138.794 km², Pulau Timor dengan luas 28.418 km², Pulau Halmahera dengan luas 18.040 km², Pulau Seram dengan luas 17.454 km², Pulau Sumbawa dengan luas 14.386 km², Pulau Flores dengan luas 14.154 km², dan pulau-pulau besar lainnya. Dalam hal pengerjaan Tugas akhir ini, penulis membagi Daerah operasi kapal menjadi 3 bagian yaitu:

1. Wilayah Indonesia bagian barat: dalam hal ini kapal akan melayani dan mengcover Wilayah Indonesia mulai Jakarta sampai Banda Aceh.
2. Wilayah Indonesia bagian tengah: dalam hal ini kapal akan melayani dan mengcover Wilayah Indonesia mulai Surabaya sampai Tarakan
3. Wilayah Indonesia bagian timur: dalam hal ini kapal akan melayani dan mengcover Wilayah Indonesia mulai Ambon sampai Jayapura.

Penentuan daerah operasi ini penting juga karena akan digunakan sebagai dasar penentuan *payload* berupa *daily consumable*, karena kapal Rumah Sakit ini mementingkan *endurance*, yaitu ketahanan selama misi, baik *crew* maupun sumberdaya pendukungnya.

IV.2. Penentuan Jarak Tempuh Kapal

Pembagian daerah pelayaran yang ditentukan terlebih dahulu diatas selain membagi daerah pelayaran yang akan dilayani oleh ketiga kapal, berguna juga untuk menentukan kapasitas *daily crew consumption* sebagai salah satu item *payload* pada desain kapal. Berikut adalah data jarak antara setiap daerah yang telah dibagi:

1. Jakarta-Banda Aceh, dengan jarak terjauh yaitu sekitar 1047.37 *nautical miles*.
2. Surabaya-Tarakan, dengan jarak terjauh yaitu sekitar 945.03 *nautical miles*.
3. Ambon-Jayapura, dengan jarak terjauh yaitu sekitar 1284.36 *nautical miles*.



Sumber: google earth

Gambar IV. 1 Pemilihan rute kapal menjadi 3 bagian

Dalam pelayarannya, *Hospital Ship* dapat merapat atau bersandar pada setiap pelabuhan yang ada pada ketiga rute diatas. Daftar pelabuhan yang dapat disandarkan oleh *Hospital Ship* diantaranya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel IV. 1 Daftar pelabuhan yang dapat disandarkan *Hospital Ship*

PULAU JAWA	
1. Pelabuhan Cirebon, Jawa Barat	8. Pelabuhan Sunda Kelapa, Jakarta
2. Pelabuhan Merak, Banten	9. Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya
3. Pelabuhan Kalianget, Madura, Jawa Timur	10. Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta
4. Pelabuhan Kalimas, Surabaya, Jawa Timur	11. Pelabuhan Tanjung Wangi, Banyuwangi
5. Pelabuhan Kamal, Madura, Jawa Timur	12. Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang
6. Pelabuhan Ketapang, Banyuwangi	13. Pelabuhan Tanjung Intan, Cilacap
7. Pelabuhan Cirebon, Jawa Barat	14. Pelabuhan Sunda Kelapa, Jakarta

PULAU SUMATERA	
1. Pelabuhan ASDP Desa Jagoh, Lingga, Kepri	26. Pelabuhan Pangkal Balam, Bangka-Belitung
2. Pelabuhan ASDP Dompok, Tanjungpinang, Kepri	27. Pelabuhan Panjang, Lampung
3. Pelabuhan ASDP Parit Rempak, Karimun, Kepri	28. Pelabuhan Penagih, Natuna, Kepri
4. Pelabuhan ASDP Tanjung Uban, Bintan, Kepri	29. Pelabuhan Penuba, Lingga, Kepri

5. Pelabuhan ASDP Telaga Punggur, Batam, Kepri	30. Pelabuhan Pulau Laut, Natuna, Kepri
6. Pelabuhan Bakauheni, Lampung	31. Pelabuhan Pulau Subi, Natuna, Kepri
7. Pelabuhan Bakong, Lingga, Kepri	32. Pelabuhan Sei Tenam, Lingga, Kepri
8. Pelabuhan Batam Centre, Batam, Kepri	33. Pelabuhan Senayang, Lingga, Kepri
9. Pelabuhan Batu Ampar, Batam, Kepri	34. Pelabuhan Sekupang, Batam, Kepri
10. Pelabuhan Belawan, Sumatera Utara	35. Pelabuhan Sijantung, Batam, Kepri
11. Pelabuhan Bengkulu, Bengkulu	36. Pelabuhan Tanjungpinang, Kepri
12. Pelabuhan Bulang Linggi, Bintan, Kepri	37. Pelabuhan Sri Payung, Tanjungpinang, Kepri
13. Pelabuhan Dabo Singkep, Lingga, Kepri	38. Pelabuhan Sungai Pakning, Dumai, Riau
14. Pelabuhan Harbour Bay, Batam, Kepri	39. Pelabuhan Sungai Buluh, Lingga, Kepri
15. Pelabuhan Kijang Sri Bayintan, Bintan, Kepri	40. Pelabuhan Sunggak, Anambas, Kepri
16. Pelabuhan Kote, Lingga, Kepri	41. Pelabuhan Yoseph Iskandar, Aceh
17. Pelabuhan Krueng Geukueh, Aceh	42. Pelabuhan Tanjung Api-api, Palembang
18. Pelabuhan Jambi, Jambi	43. Pelabuhan Tanjung Balai, Sumatera Utara
19. Pelabuhan Idris Sardi, Muara Sabak	44. Pelabuhan Tanjung Balai Karimun, Kepri
20. Pelabuhan Letung Jemaja, Anambas, Kepri	45. Pelabuhan Tanjung Buton, Lingga, Kepri
21. Pelabuhan Marok Tua, Lingga, Kepri	46. Pelabuhan Tanjung Pandan, Bangka-Belitung
22. Pelabuhan Midai, Natuna, Kepri	47. Pelabuhan Tanjung Setelung, Natuna, Kepri
23. Pelabuhan Muara, Padang, Sum-Barat	48. Pelabuhan Tarempa, Anambas, Kepri
24. Pelabuhan Nongsa, Batam, Kepri	49. Pelabuhan Telaga Punggur, Batam
25. Pelabuhan Pancur, Lingga, Kepri	50. Pelabuhan Teluk Bayur, Sum-Barat

PULAU KALIMANTAN	
1. Banjarmasin, Batu Licin,, Kal-Selatan	5. Malundung, Tarakan
2. Dwikora, Kalimantan Barat	6. Pelabuhan Trisakti, Banjarmasin
3. Palangkaraya, Kotim, Kalimantan Tengah	7. Pelabuhan Samudera, Batulicin
4. Semayang, Balikpapan	

PULAU SULAWESI	
1. Pelabuhan Sulathan Hasanuddin	9. Pelabuhan Gorontalo, Gorontalo
2. Tanjung Ringgit, Palopo, Sul-Selatan	10. Pelabuhan Anggrek,, Gorontalo

3. Belopa, Sulawesi Selatan	11. Pelabuhan Pantoloan,, Sul-Tengah
4. Malili, Sulawesi Selatan	12. Polewali, Sulawesi Barat
5. Pare Pare, Sulawesi Selatan	13. Barru , Sulawesi Selatan
6. Kendari, Sulawesi tenggara	14. Paotere, Makassar
7. Buton, Sulawesi Tenggara	15. Pamatata, Selayar
8. Bitung, Sulawesi Utara	

KEPULAUAN NUSA TENGGARA	
1. Benoa, Bali	7. Waingapu, Sumba
2. Lembar, Lombok	8. Kupang, Timor Barat
3. Pelabuhan ASDP Kayangan, Lombok	9. Pelabuhan Atapupu
4. Labuhan Haji, Lombok Timur	10. Pelabuhan Wini
5. Tanjung Luar, Lombok Timur	11. Pelabuhan Flores Timur, Larantuka
6. Pelabuhan Pemenang	

MALUKU	
1. Pelabuhan Ternate	13. Pelabuhan Tuhelu
2. Pelabuhan Buli	14. Pelabuhan Wahai
3. Pelabuhan Daruba	15. Pelabuhan Waisarisa
4. Pelabuhan Sanana	16. Pelabuhan Saumlaki
5. Pelabuhan Tobelo	17. Pelabuhan Namlea
6. Pelabuhan Labuha	18. Pelabuhan Amahai
7. Pelabuhan Gebe	19. Pelabuhan Geser
8. Pelabuhan Jailolo	20. Pelabuhan Leksula
9. Pelabuhan Soa Sio	21. Pelabuhan Tual
10. Pelabuhan Laiwui	22. Pelabuhan Dobo
11. Pelabuhan Yos Soedarso	23. Pelabuhan Wonreli
12. Pelabuhan Banda	

PAPUA	
1. Pelabuhan Sorong	8. Pelabuhan Jayapura
2. Pelabuhan Manokwari	9. Pelabuhan Biak
3. Pelabuhan Fak-fak	10. Pelabuhan Merauke
4. Pelabuhan Kaimana	11. Pelabuhan Nabire
5. Pelabuhan Bintuni	12. Pelabuhan Agats
6. Pelabuhan Taminabuan	13. Pelabuhan Pomako
7. Pelabuhan Wasior	14. Pelabuhan Amahai

Dari data diatas, maka jarak yang akan diambil sebagai acuan adalah jarak terjauh yaitu pada rute Ambon-Jayapura dengan jarak 1284.36 *nautical miles*. Rute tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Sumber: google earth

Gambar IV. 2 Rute Ambon-Jayapura sebagai acuan *daily consumable*

IV.3. Fasilitas *Hospital Ship*

Kapal Rumah Sakit yang akan dibangun mempunyai fasilitas setara dengan Rumah Sakit Tipe B, dimana Rumah Sakit tipe ini telah mampu memberikan pelayanan Kedokteran Spesialis dan Subspesialis terbatas. Dengan demikian, fasilitas yang akan dibangun pada kapal rumah sakit ini adalah: Ruang Rawat Inap, Ruang Operasi, Ruang ICU, Ruang UGD, Ruang Poliklinik, Ruang Radiologi, Ruang Otopsi dan Gudang Obat.

IV.4. Penentuan Luasan Dek Fasilitas *Hospital Ship*

Dalam mendesain kapal diperlukan suatu batasan desain, yang dijadikan sebagai acuan dalam proses desain. Permintaan pemilik kapal atau yang biasa disebut dengan istilah *Owner requirements* merupakan salah satu batasan yang harus dipenuhi oleh desainer dalam proses mendesain kapal.

Dalam tugas akhir ini, *owner requirements* didasarkan pada jumlah fasilitas dan luasan setiap dek ruangan yang digunakan sebagai sarana dan prasarana kapal rumah sakit yang berhubungan dengan tindakan medis. Fasilitas ruangan medis disamakan dengan fasilitas yang ada pada KRI Dr. Soeharso. Sedangkan untuk luasan setiap ruangnya, pertama kali

ditentukan oleh luasan ruang perawatan yang mampu menampung sebanyak 32 pasien dan luas ruangan yang lain akan mengikuti bentuk badan kapal.

Tabel IV. 2 Luasan ruangan yang dibutuhkan pada Rumah Sakit Tipe B

No	Nama Ruangan	Luas (M ²)
1	Ruang rawat inap	310
2	Ruang Operasi	180
3	Ruang UGD	200
4	Ruang ICU	190
5	Ruang Poliklinik	160
6	Ruang Radiologi	160
7	Ruang Otopsi dan Gudang Obat	90
Total		1290

IV.5. Sketsa *Layout* dan Penentuan Ukuran Utama *Hospital Ship*

Pada Tugas Akhir ini ukuran utama ditentukan berdasarkan metode *Parent Design Approach*. Metode ini menggunakan suatu desain kapal pembanding yang sudah berlayar dengan baik sebagai acuan utama. Pemilihan kapal pembanding juga mempertimbangkan kondisi perairan rute pelayarannya, sehingga aspek kenyamanan juga tidak luput untuk dipertimbangkan. *Output* dari metode desain ini adalah mendapatkan suatu desain baru dari kapal pembanding (*sister ship*).

Pada Tugas Akhir ini, yang digunakan sebagai kapal pembanding adalah kapal katamaran “*KN Pacitan-BASARNAS*” yang beroperasi di Indonesia. “*KN Pacitan-BASARNAS*” adalah kapal katamaran yang dibangun oleh perusahaan kapal milik swasta di Indonesia. Data teknis dari kapal pembanding dapat dilihat pada Tabel IV.3. di bawah ini.

Tabel IV. 3 Data teknis kapal *KN Pacitan-BASARNAS*

Lwl	56.0	m
B	16	m
H	4.5	m
T	1.5	m
Vs	28	Knots
Crew	15	Orang
Rute	Indonesia	

IV.5.1. Komponen Metode *Parent Design Approach*

Metode *Parent Design Approach* merupakan salah satu metode dalam mendesain kapal dengan cara perbandingan atau komparasi dengan cara mengambil sebuah acuan kapal pembanding yang memiliki karakteristik yang sama dengan kapal yang akan didesain. Dari metode tersebut dibutuhkan beberapa komponen untuk mendesain. Komponen-komponen tersebut antara lain:

A. Batasan-batasan (*Constraints*)

Batasan-batasan (*constraints*) adalah nilai minimum maupun maksimum yang ditentukan berdasarkan kondisi dilapangan, perhitungan teknis, ataupun persyaratan-persyaratan yang dikeluarkan oleh pemegang regulasi baik nasional maupun internasional. Batasan-batasan terdiri dari beberapa bagian yaitu, batasan ukuran utama kapal, batasan ukuran rasio ukuran utama, batasan kapasitas kapal dan batasan stabilitas kapal. Batasan ukuran utama ditentukan berdasarkan data kapal pembanding yang sudah diperoleh. Batasan rasio ukuran utama kapal didapatkan dari studi literature dan kapal-kapal katamaran yang sudah ada sekarang. Batasan kapasitas ditentukan berdasarkan prosentase dari selisih displacement kapal dengan jumlah LWT dan DWT agar bisa mengapung sesuai hukum Archimedes. Sedangkan batasan stabilitas ditentukan berdasarkan regulasi yang dikeluarkan oleh *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7*.

Adapun batasan-batasan (*constraints*) tersebut adalah sebagai berikut:

- Batasan perbandingan ukuran utama kapal didapatkan dari paper (Insel and Molland, 1992) dan (Sahoo, Browne and Salas, 2004) tentang persyaratan untuk perhitungan hambatan kapal katamaran.

Tabel IV. 4 Batasan perbandingan ukuran utama kapal

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
L/B_1	-	-	10		15
B/H	-	-	0.7		4.1
S/L	-	-	0.19		0.51
S/B_1	-	-	0.9		4.1
B_1/T	-	-	0.9		3.1
B_1/B	-	-	0.17		0.3
CB	-	-	0.36		0.59

- Batasan hukum Archimedes antara *displacement* kapal dan berat total kapal (LWT + DWT).

Tabel IV. 5 Batasan kapasitas kapal sesuai Hukum Archimedes

	Unit	Symbol	Min	Value	Max
Displacement = $2 * L * B * T * \rho$	kg	Δ		608000	
DWT	kg			264800	
LWT	kg			298750	
Displacement = DWT + LWT	kg	Δ		563550	
Selisih Displacement	%		0		5

- Batasan stabilitas diperoleh dari *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7*.

Tabel IV. 6 Batasan-batasan stabilitas dan lambung timbul (*freeboard*) kapal

Perhitungan stabilitas	Area 0 to 30	m.rad	0,055
	Area 0 to 40	m.rad	0,090
	Area 30 to 40	m.rad	0,030
	Max GZ at 30 or greater	m	0.200
	Angle of maximum GZ	deg	10.0
	Initial GMt	m	0.150
Freeboard	fs (Freeboard)	cm	108.6

B. Parameter

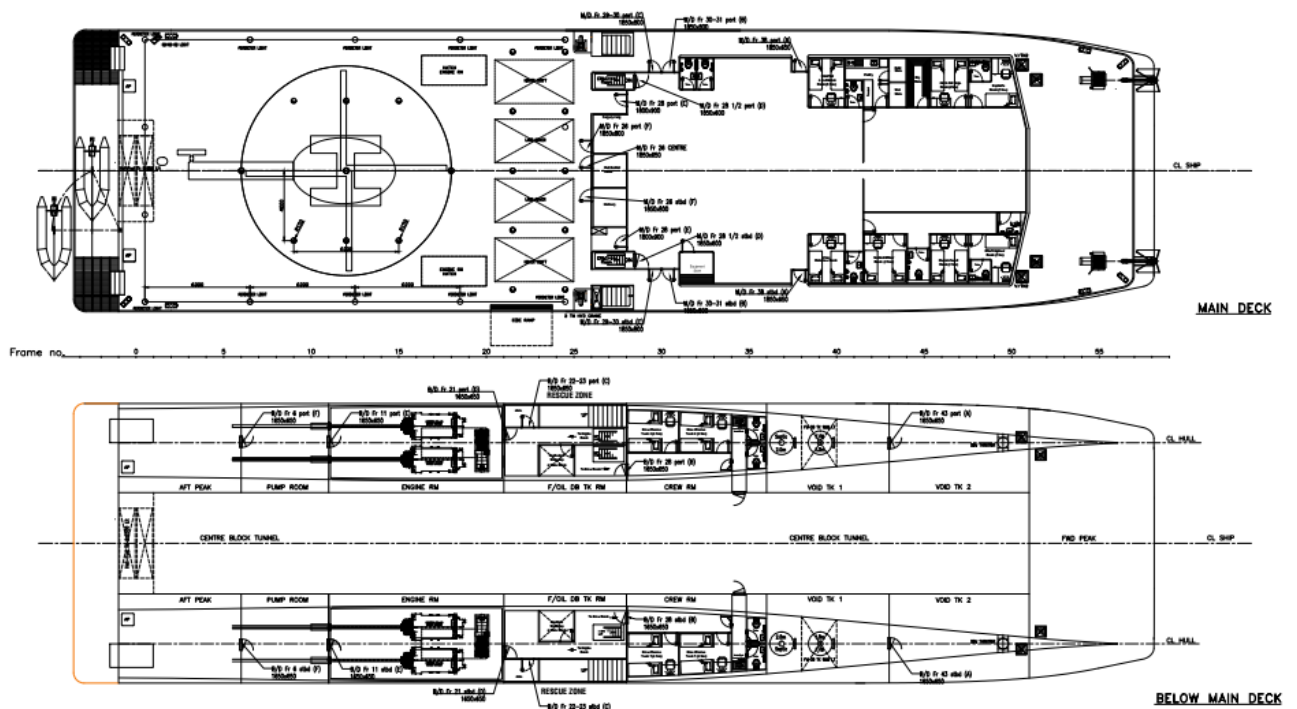
Parameter merupakan nilai-nilai yang besarnya tidak berubah. *Parameter* dalam perhitungan ini adalah *owner requirement*. Berikut ini adalah komponen-komponen parameter yang dipakai, yaitu:

Tabel IV. 7 Parameter yang dipakai

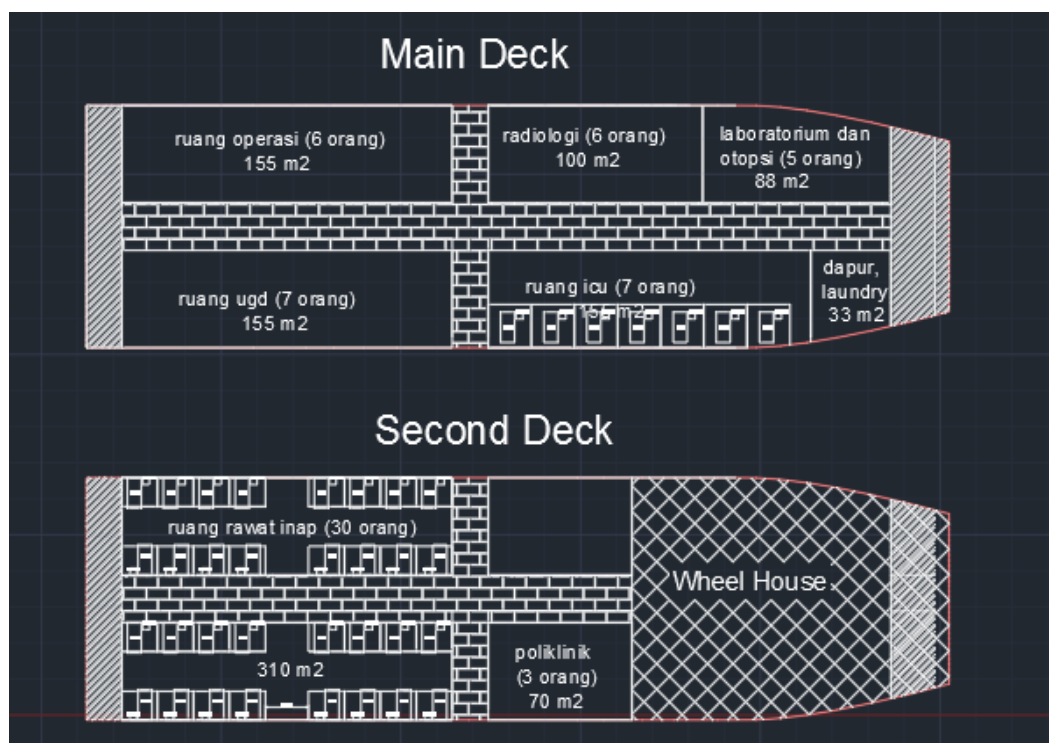
	Unit	Symbol	Value
Jumlah Crew	Orang		16
Berat Crew	kg		1200
Berat Bawaan Crew	kg		300
Kapasitas Pasien dan Dokter	Orang		100
Berat Penumpang	kg		10000
Berat Bawaan Penumpang	kg		2000
Radius Pelayaran	Nm		1284
Kecepatan Dinas	knot	Vs	30

IV.5.2. Layout Kapal Pembanding

Dalam proses mendesain kapal dengan *Parent Design Approach*, *layout* kapal pembanding digunakan sebagai acuan utama untuk mengetahui apakah ukuran utama kapal mampu menampung jumlah penumpang maksimum yang telah direncanakan. Kemudian dari *layout* kapal pembanding tersebut dilakukan *redrawing* atau penggambaran ulang sesuai dengan jumlah penumpang yang direncanakan. Di samping itu juga untuk melihat gambaran umum dari bentuk kapal sebelum dilakukan perhitungan teknis. Bentuk *layout* kapal katamaran “*KN Pacitan-Basarnas*” dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar IV. 3 Layout kapal katamaran “KN Pacitan-Basarnas”



Gambar IV. 4 Layout awal *Hospital Ship* dengan acuan luasan ruangan yang dibutuhkan

IV.5.3. Penentuan Ukuran Utama Kapal

Langkah-langkah untuk menentukan ukuran utama kapal dengan metode *Parent Design Approach* sebenarnya sangat sederhana dan hal tersebut merupakan salah satu keuntungan dari metode ini yang dapat mempercepat proses mendesain. Dalam hal ini desainer sudah memiliki referensi kapal yang sama dengan kapal yang akan didesain, sehingga proses mendesain dapat lebih cepat dan hanya menambahkan beberapa modifikasi sesuai dengan *owner requirements*.

Kapal pembanding yang digunakan sebagai acuan harus terbukti memiliki performa yang baik seperti stabilitas dan hambatannya. Daerah pelayaran kapal pembanding setidaknya memiliki kemiripan dengan daerah pelayaran kapal yang akan didesain. Dari ukuran utama kapal pembanding dapat didapatkan pula ukuran utama kapal yang akan didesain. Tidak lepas pula jika dibutuhkan untuk memodifikasi ukuran utama kapal harus memperhatikan batasan-batasan rasio ukuran utama kapal sebagai berikut:

Tabel IV. 8 Batasan rasio ukuran utama kapal katamaran

L/B_1	=	Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	$10 < L/B_1 < 15$
B/H	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.7 < B/H < 4.1$
S/L	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.19 < S/L < 0.51$
S/B_1	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < S/B < 4.1$
B_1/T	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.9 < B/T < 3.1$
B_1/B	=	Multi Hull Ships, hal. 61	→	$0.15 < B_1/B < 0.3$
CB	=	Insel & Molland (1992)	→	$0.36 < CB < 0.59$



Sumber: www.basarnas.go.id

Gambar IV. 5 Kapal katamaran “KN Pacitan-Basarnas”

Ukuran utama dari kapal katamaran “*KN Pacitan-Basarnas*” adalah sebagai berikut:

Tabel IV. 9 Ukuran utama kapal katamaran “*KN Pacitan-Basarnas*”

Lwl	56	m
B	16	m
H	4.5	m
T	1.5	m
Vs	28	knots

IV.5.4. Hasil Ukuran Utama Baru

Dengan mengacu pada Tabel IV.8 yang berisi batas rasio ukuran utama kapal katamaran, didapatkan ukuran utama kapal katamaran baru yaitu sebagai berikut:

KN Pacitan-Basarnas <i>Main Dimension</i>			<i>New Main Dimension Hospital Ship</i>		
Loa	60	m	Loa	60	m
Lwl	56	m	Lwl	57.6	m
B	16.8	m	B	16.8	m
B1	5	m	B1	5	m
H	4.5	m	H	4.5	m
T	1.5	m	T	1.8	m
S	11.8	m	S	11.8	m
V	28	Knot	V	30	Knot

Tabel IV. 10 Perbandingan ukuran utama baru kedalam batasan rasio katamaran

		Min	Value	Max
L/B1	Sahoo, Browne & Salas (2004)	10	12.000	15
B/H	Insel & Molland (1992)	0.7	3.733	4.1
S/L	Insel & Molland (1992)	0.19	0.197	0.51
S/B1	Insel & Molland (1992)	0.9	2.360	4.1
B1/T	Insel & Molland (1992)	0.9	2.778	3.1
B1/B	Multi Hull Ships, hal. 61	0.15	0.292	0.3
CB	Insel & Molland (1992)	0.36	0.549	0.59

IV.6. Perhitungan Teknis *Hospital Ship* Dengan Lambung Katamaran

Setelah didapatkan ukuran utama kapal serta desain *lines plan*, langkah selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan perhitungan awal. Perhitungan awal meliputi perhitungan *froude number*, perhitungan *coefficient* (C_b , C_m , C_p , dan C_{wp}) serta *displacement* dan *volume displacement*.

IV.6.1. Perhitungan *Froude Number*

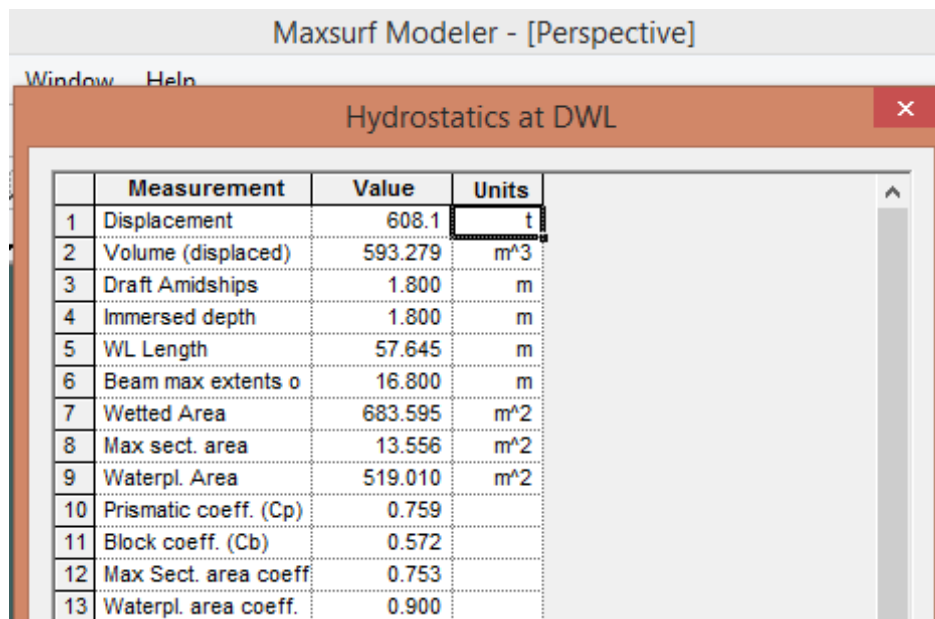
Froude Number dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$Fn = \frac{V_s}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (IV.1)$$

$$Fn = \frac{15.432}{\sqrt{9,81 \times 57.6}} = 0.636$$

IV.6.2. Perhitungan *Displacement*

Perhitungan *displacement* pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan cara memasukkan ukuran utama yang akan digunakan sebagai *Hospital Ship* kedalam *software maxsurf*, dimana nantinya pada *software maxsurf* akan muncul data-data seperti besarnya *displacement* kapal dengan ukuran utama tersebut. Sehingga besarnya *displacement* dan *volume displacement* dari *Desain Hospital Ship* ini didapatkan seperti gambar dibawah ini.



The screenshot shows the 'Maxsurf Modeler - [Perspective]' window with a 'Hydrostatics at DWL' table. The table lists 13 measurements with their corresponding values and units. The 'Displacement' value is 608.1 t, and the 'Volume (displaced)' is 593.279 m³.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	608.1	t
2	Volume (displaced)	593.279	m³
3	Draft Amidships	1.800	m
4	Immersed depth	1.800	m
5	WL Length	57.645	m
6	Beam max extents o	16.800	m
7	Wetted Area	683.595	m²
8	Max sect. area	13.556	m²
9	Waterpl. Area	519.010	m²
10	Prismatic coeff. (C_p)	0.759	
11	Block coeff. (C_b)	0.572	
12	Max Sect. area coeff	0.753	
13	Waterpl. area coeff.	0.900	

Gambar IV. 6 Besarnya nilai *Displacement* *Desain Hospital Ship* pada *software maxsurf*

IV.6.3. Perhitungan *Coefficient*

A. *Block Coefficient* (C_b)

$$C_B = \nabla / (L.B.T) \quad (IV.2)$$

C_b untuk satu *hull*:

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{296.585}{60.0 \times 5.0 \times 1.8} \\ &= 0,549 \end{aligned}$$

B. *Midship Coefficient* (C_m)

$$C_M = A_M / (T.B_M) \quad (IV.3)$$

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{6.778}{1.8 \times 5.0} \\ &= 0,753 \end{aligned}$$

C. *Prismatic Coefficient* (C_p)

$$C_P = \nabla / (A_s.L_{WL}) \quad (IV.4)$$

$$A_s = 6.778 \text{ m}^2 \quad (\text{luas station setinggi sarat})$$

maka,

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{296.585}{6.778 \times 57.6} \\ &= 0.76 \end{aligned}$$

D. *Waterplane Coefficient* (C_{wp})

$$C_{WP} = A_{WP} / (B_{WL}.L_{WL}) \quad (IV.5)$$

$$A_{wp} = 259.626 \text{ m}^2$$

$$B_{wl} = 5.00 \text{ m}$$

Maka,

$$\begin{aligned} C_{wp} &= \frac{259.626}{5.00 \times 57.60} \\ &= 0,901 \end{aligned}$$

IV.6.4. Perhitungan Hambatan Kapal Total (R_t)

Perhitungan hambatan total dilakukan dengan metode yang didapat dari paper M. Insel dan A.f. Molland. Formula dalam metode tersebut adalah:

$$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w \quad (IV.6)$$

Metode tersebut memasukkan faktor interferensi dikarenakan *catamaran* terdiri dari dua lambung yang berdekatan, yang dipisahkan oleh suatu struktur yang disebut *demihull*, sehingga gelombang yang ditimbulkan oleh satu lambung dengan lambung yang lain akan mengalami interferensi dan saling mengurangi. Hal ini mengakibatkan nilai hambatan total akan lebih kecil.

Di dalam percobaanya menghitung hambatan total, Insel-Molland mengasumsikan kapal *catamaran* dengan kapal *demihull* yang ditambahkan dengan harga interferensi yang diakibatkan oleh lambung yang berjarak S dari *center line*-nya. Harga dari tahanan total ini tetap dikalikan 2 (dua) mengingat luas permukaan basah (WSA) ada pada tiap lambung. Hambatan total dapat dihitung dengan formula dibawah ini.

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot} \quad (IV.7)$$

Dalam perhitungan ini, hambatan total yang dihitung adalah untuk kecepatan maksimum kapal (V_{max}). Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya daya mesin maksimal yang digunakan nantinya.

IV.6.4.1. *Catamaran Viscous Resistance Interference* ($1+\beta k$)

Untuk model kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka harga ($1+\beta k$) dapat ditentukan dengan dilakukan interpolasi harga β dari 3 model (model C4, C5, dan C6) yang diperoleh oleh m. Insel dan A.F. Molland. Interpolasi dilakukan dengan variasi $S/B1$ dari tiap model kapal. S adalah lebar *demihull*, $B1$ adalah lebar satu lambung, dan L adalah panjang kapal.

Tabel IV. 11 Harga β untuk tiga variasi S/B

	S/B1					L/B1
	1	2	3	4	5	
β	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	7
	1.6	1.57	1.54	1.52	1.5	9
	2.35	2.32	2.29	2.27	2.25	11

	S/B1		
	2	3	2.36
β	1.57	1.54	1.56
	2.32	2.29	2.31

	L/B1		
	9	11	11.52
β	1.56	2.31	2.50

Dari ukuran utama didapatkan nilai:

$$S/B1 = 2.36$$

$$L/B1 = 11.52$$

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 2.50

Sedangkan untuk harga faktor bentuk *monohull* dengan $(1+k)$ didapatkan dari interpolasi sebagai berikut :

(table II derived from factors for the models in monohull configuration)

Model	C4	C5	
L/B1	9	11	11.52
$(1+k)$	1.3	1.17	1.14

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil adalah = 1.14

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 1.34 \end{aligned} \quad (\text{IV.8})$$

IV.6.4.2. Viscous Resistance (Cf)

Perhitungan *viscous resistance* dilakukan dengan metode dari ITTC tahun 1957 dimana formula untuk menghitung Cf adalah sebagai berikut:

$$C_f = 0.075 / ((\log R_n - 2))^2 \quad (\text{IV.9})$$

Dengan: $V = 30 \text{ knot}$

$$= 15.43 \text{ m/s}$$

$$L = 60.0 \text{ m}$$

$$\nu = 1,18831 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$$

maka

$$\text{nilai } R_n = 748022990.6$$

Setelah didapatkan nilai R_n , maka dapat dilakukan perhitungan Cf. Didapatkan nilai Cf dengan formula diatas yaitu, $C_f = 0.0016$

IV.6.4.3. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

Untuk model kapal dengan bentuk *round bilge hull* maka untuk mendapatkan harga τ dapat dilakukan dengan cara beberapa penginterpolasian disesuaikan dengan S/L, Fn, dan L/B1 seperti terlihat pada Tabel IV.12 dibawah ini.

Tabel IV. 12 *wave resistance interference factor*

		(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3		
		Fn		Fn		
		0.6	0.7	0.6	0.7	L/B1
τ		1.6	1.25	1.2	1.05	9
		1.3	1.07	1.23	1.2	11

Dari data ukuran utama didapatkan harga S/L, L/B, dan Fn untuk kecepatan kapal maksimum, antara lain:

$$S/L = 0.205$$

$$L/B1 = 11.250$$

$$Fn = 0,636$$

Dari nilai τ pada tabel di atas serta perbandingan ukuran utama dan Fn , maka didapatkan harga τ untuk kecepatan kapal maksimum dengan cara interpolasi. Harga yang didapatkan adalah:

$$\tau = 1.155$$

IV.6.4.4. Wave Resistance (C_w)

Harga *wave resistance* C_w dapat ditentukan dengan cara interpolasi dari *wave resistance* ketiga model yang diperoleh M. Insel dan A.F. Molland. Harga C_w ini didapatkan dari pengujian tarik dari tiga model yang berbeda. Harga C_w dari M. Insel dan A.F. Molland ditampilkan pada table IV.13 di bawah ini.

Tabel IV. 13 Harga C_w untuk variasi Fn dan L/B1

(wave resistance factor)			
Fn			
0.6		0.7	L/B1
Cw	0.003	0.0025	9
	0.0019	0.0017	11

Dari ukuran utama kapal didapat:

$$L/B1 = 11.52$$

$$F_n = 0.636$$

Setelah dilakukan interpolasi maka didapatkan harga C_w

$$C_w = 0.0023039$$

Harga tiap komponen di atas kemudian dimasukkan kedalam formula hambatan total di atas untuk mendapatkan nilai koefisien hambatan *catamaran* total (C_{tot}). Harga tiap komponen hambatan antara lain:

- $(1+\beta k) = 1.34$
- $C_f = 0.0016$
- $\tau = 1.155$
- $C_w = 0.0023039$

Maka,

$$C_{tot} = 4.7866 \times 10^{-3}$$

Harga C_{tot} tersebut kemudian di masukkan kedalam rumus WSA

$$WSA = (\nabla / B_1) [(1.7 / (C_b - (0.2(C_b - 0.65)))) + (B_1 / T)] m^2 \quad (IV.10)$$

Didapatkan nilai $WSA = 341.87107 m^2$, untuk satu lambung

Karena katamaran mempunyai 2 lambung, maka WSA-nya adalah:

$$WSA_{total} = 683.742 m^2$$

Sehingga,

$$R_t = 399612.4 N$$

$$R_t = 399.61 kN$$

IV.6.5. Perhitungan Power dan Pemilihan Mesin Induk

IV.6.5.1. Perhitungan Power

Setelah nilai hambatan total (R_T) diketahui, maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *power* yang dibutuhkan untuk menggerakkan kapal. Nilai dan formula untuk menghitung *powering* dapat dilihat dibawah ini:

$$EHP = R_t \times V \quad (IV.11)$$

$$\begin{aligned}
 EHP &= 399.61 \times 15.432 \\
 &= 6166.819 \text{ kW} ; & 1 \text{ HP} &= 0.7355 \text{ kW} \\
 &= 8378.829 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

Dari hitungan di atas dapat diketahui bahwa nilai EHP (*Effective Horse Power*) adalah sama dengan 8378.829 HP.

Dari EHP ini kemudian dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai BHP yang akan digunakan untuk menentukan pemilihan motor induk.

$$P_c = \eta_{rr} \times \eta_p \times \eta_H \quad (\text{IV.12})$$

Dimana:

- η_p : efisiensi baling-baling kapal, besaran nilai diasumsikan berdasarkan nilai hasil percobaan *open water test* pada umumnya. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.
- η_{rr} : *efisiensi rotative relative* (Molland, 1992)
- η_H : efisiensi bentuk badan kapal (Manen, 1988)

Untuk menentukan nilai efisiensi tersebut diatas, dilakukan interpolasi *langrange* sebagai berikut:

$$\eta_p, \eta_r, f(x) = f(x) = \frac{x-x_1}{x_0-x_1} * f(x_0) + \frac{x-x_0}{x_1-x_0} * f(x_1) \quad (\text{IV.13})$$

$$\eta_p = f(x_0) = 0.570$$

$$\eta_{rr} = f(x_0) = 0.997$$

Sedangkan η_H didapatkan dengan formula sebagai berikut:

$$\eta_H = \frac{(1-t)}{(1-w)} \quad (\text{IV.14})$$

Perhitungan daya *delivery* dari mesin induk adalah sebagai berikut:

$$DHP = EHP/P_c \quad (\text{IV.15})$$

$$DHP = 10935.968 \text{ HP}$$

Setelah nilai DHP diketahui, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai BHP (*Break Horse Power*). Perhitungan BHP dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$\text{BHP} = \text{DHP} + x \% \text{ DHP}$$

(IV.16)

Dimana:

$$\begin{aligned} x\% &= \text{koreksi daerah pelayaran (15\%-20\%)} \\ &= 15\% \end{aligned}$$

Maka,

$$\text{BHP} = 10935.968 + 15\% \times 10935.968$$

$$\text{BHP} = 12576.364 \text{ kW}$$

$$\text{BHP} = 17087.451 \text{ HP}$$

Karena Kapal *Twin Screw*, maka BHP dibagi 2:

$$\text{BHP} = 6288.182 \text{ kW}$$

$$\text{BHP} = 8543.725 \text{ HP}$$

IV.6.5.2. Pemilihan Mesin Induk dan Genset

Setelah didapatkan nilai BHP, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemilihan mesin induk sebagai penggerak utama kapal dan genset sebagai pembangkit listrik kapal. Mesin induk yang dipakai pada kapal katamaran ini adalah 2 unit mesin *inboard*. Pertimbangan mengapa memilih mesin *inboard* adalah karena ruang didalam lambung kapal yang cukup besar, sehingga dapat digunakan untuk meletakkan mesin induk dan genset.

Pemilihan mesin induk dilakukan dengan mempertimbangkan berat mesin, daya mesin, serta harga dan konsumsi bahan bakar mesin tersebut. Dari katalog yang sudah ada didapatkan mesin kapal beserta spesifikasinya. Mesin kapal tersebut seperti terlihat dalam brosur dibawah ini.



Wärtsilä 32

The Wärtsilä 32 was developed in response to a need in the market for a new engine in the 320 mm cylinder bore class and since 1998 more than 2500 of these engines have been sold to the marine market, in total more than 4500 Wärtsilä 32 bore engines have been delivered to the marine market since the 1980s.

Based on the latest achievements in combustion technology, it is designed for efficient and easy maintenance in combination with long maintenance-free operating periods. The engine is fully equipped with all essential ancillaries and a thoroughly planned interface to external systems.

The Wärtsilä 32 engine is fully compliant with the IMO Tier II exhaust emissions regulations set out in Annex VI of the MARPOL 73/78 convention.

[DOWNLOAD WÄRTSILÄ 32 BROCHURE](#)
[DOWNLOAD WÄRTSILÄ 32 PRODUCT GUIDE](#)

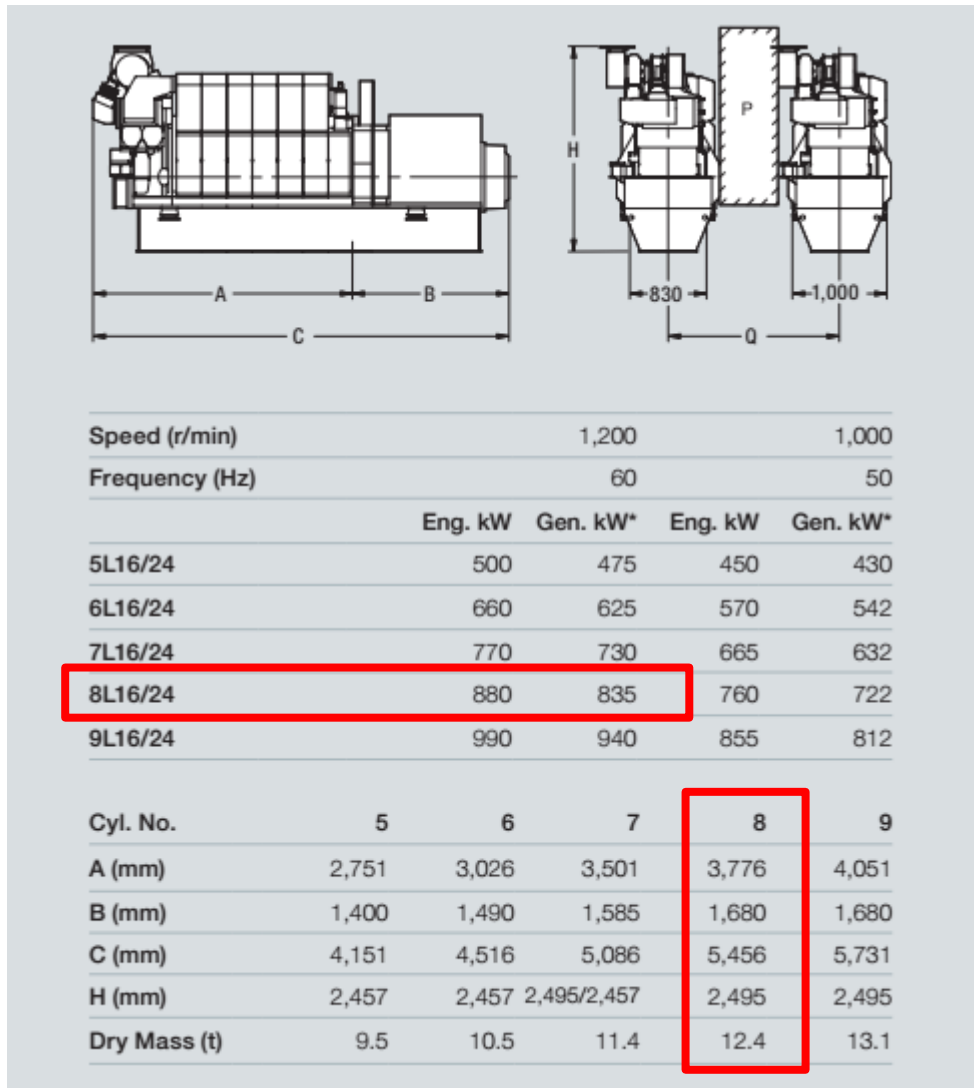
Wärtsilä 32		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	320 mm	Fuel specification:	
Piston stroke	400 mm	Fuel oil	700 cSt/50°C
Cylinder output	580 kW/cyl		7200 sR1/100°F
Speed	750 rpm	ISO 8217	
Mean effective pressure	28.9 bar	category ISO-F-RMK 700	
Piston speed	10.0 m/s	SFOC 178,8 g/kWh at ISO cond.	

Definitions and notes

Rated power	
Engine type	580 kW/cyl
6L32	3 480
8L32	4 640
9L32	5 220
12V32	6 960
16V32	9 280

Sumber: wartsila

Gambar IV. 7 Spesifikasi mesin utama yang akan dipakai



Sumber: MAN&BW

Gambar IV. 8 Spesifikasi mesin bantu yang akan dipakai menggunakan merk MAN&BW

IV.6.6. Perhitungan Tebal Pelat Kapal

Perhitungan tebal pelat kapal dilakukan dengan mengacu pada besarnya beban pada lambung kapal. Makin besar beban pada lambung kapal maka makin tebal pula pelat yang harus digunakan. Perhitungan tebal pelat kapal selengkapnya dapat dilihat pada bagian lampiran.

Perhitungan tebal pelat untuk kapal penumpang katamaran aluminium menggunakan *Lloyd's Register Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft, Part 7-Hull Construction in Aluminium*.

IV.6.6.1. Perhitungan Tebal Pelat Lambung

Pelat lambung kapal dihitung berdasarkan beban yang terjadi pada lambung kapal. Beban tersebut antara lain beban sisi, dan beban alas. Ketiga beban tersebut jika dibandingkan besar nilainya dan diambil yang terbesar untuk memudahkan perhitungan dan menyeragamkan tebal pelat lambung. Hal ini dikarenakan formula untuk menghitung tebal pelat sisi *inboard*, pelat sisi *outboard* dan pelat alas hampir sama dan yang membedakan hanya input beban saja.

$$P_{sp} = 82.322 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{bp} = 82.322 \text{ kN/m}^2$$

Maka yang diambil untuk perhitungan tebal pelat lambung adalah pada beban alas kapal (P_b).

Formula untuk menghitung tebal pelat sisi:

$$t_{sp} = 22.4.s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \quad (\text{IV.17})$$

Formula untuk menghitung tebal pelat alas:

$$t_{bp} = 22.4.s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \quad (\text{IV.18})$$

Dimana :

- f_σ = koefisien beban *bending*
- s = Jarak gading
= 0,6 m
- γ = faktor koreksi lengkungan
= 0.7
- β = faktor koreksi tambahan
= 1
- p = beban desain (kN/m²)

Dari perhitungan didapatkan hasil dibawah ini:

A. Tebal pelat alas

$$\text{Untuk bottom outboard plate} : t_{B1} = 8,347 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk bottom inboard plate} : t_{B1} = 8,347 \text{ mm}$$

Untuk *inner bottom plate* : $t_{B1} = 8,777 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat alas dapat dibulatkan menjadi 9 mm.

B. Tebal pelat sisi

Untuk *side outboard plate* : $t_{S1} = 7,268 \text{ mm}$

Untuk *side inboard plate* : $t_{S1} = 7,347 \text{ mm}$

Sehingga tebal pelat sisi dapat dibulatkan menjadi 8 mm.

Maka dari perhitungan tebal pelat lambung yang sudah dilakukan, diambil tebal pelat lambung yang dipakai adalah pelat aluminium dengan tebal 8 mm untuk bagian sisi dan 9 mm pada bagian alas kapal.

IV.6.6.2. Perhitungan Tebal Pelat Geladak

Perhitungan tebal pelat geladak dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$t_p = \frac{22.4s\gamma\beta}{\sqrt{f_\sigma 230}} \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \quad (\text{IV.19})$$

$$p = P_{DHP}$$

Dengan tebal pelat geladak minimal dihitung dengan formula:

$$t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

Dari persamaan dapat diketahui tebal pelat geladak, yaitu:

$$t_p = 5.462 \text{ mm}$$

Sehingga tebal pelat geladak dapat dibulatkan menjadi 6 mm.

IV.6.6.3. Perhitungan Tebal Pelat Bangunan Atas

Perhitungan tebal pelat bangunan atas dapat dilakukan dengan formula sebagai berikut:

$$t_p = \frac{22.4s\gamma\beta}{\sqrt{f_\sigma 230}} \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \quad (\text{IV.20})$$

$$p = P_{DHP}$$

Dengan tebal pelat bangunan atas minimal dihitung dengan formula:

$$t_{\min} = 4 \text{ mm}$$

Dari persamaan dapat diketahui tebal pelat bangunan atas, yaitu:

$$t_p = 5.514 \text{ mm}$$

Sehingga tebal pelat bangunan atas dapat dibulatkan menjadi 6 mm.

Tabel IV. 14 Rekapitulasi hasil perhitungan tebal pelat

	Diambil	Unit
Pelat lambung	9	mm
Pelat geladak	6	mm
Pelat bangunan atas	6	mm

IV.6.7. Perhitungan Berat Kapal

Berat kapal terdiri dari dua komponen, yaitu komponen DWT (*Dead Weight tonnage*) dan komponen LWT (*Light Weight tonnage*).

IV.6.7.1. Perhitungan Berat DWT

Komponen berat kapal DWT dalam Tugas Akhir ini terdiri dari berat pasien dan tenaga medis yang akan bekerja serta barang bawaannya, juga berat *crew* kapal dan bawaannya, berat *lubricating oil*, berat *diesel oil*, berat *fresh water* dan berat bahan bakar untuk mesin induk dan genset. Komponen berat DWT dihitung secara langsung. Dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan berat DWT secara lebih detail pada Table IV.15.

Tabel IV. 15 Perhitungan komponen berat DWT

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	100	persons
	Berat penumpang	80	kg/person
	Berat barang bawaan	20	kg/person
	Berat total penumpang	8000	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	2000	kg
	Berat total	10000	kg
		10.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	16	persons
	Berat crew kapal	80	kg/persons
	Berat barang bawaan	20	kg/persons
	Berat total crew kapal	1440	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	360	kg
	Berat total	1800	kg
		1.800	ton
3	Berat Diesel Oil	25.000	ton
4	Berat Lubricating Oil	0.453	ton
5	Berat Fresh Water	45.149	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	152.842	ton
7	Berat bahan bakar untuk Generator Set	45.852	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	10.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	1.800	ton
3	Berat Diesel Oil	25.000	ton
4	Berat Lubricating Oil	0.453	ton
5	Berat Fresh Water	45.149	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	152.842	ton
7	Berat Bahan Bakar untuk Genset	45.852	ton
Total		281.095	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		
	Luas dua lambung	1027462907	mm ²
		1027.463	m ²
	Luasan transom bagian belakang	31816319.49	mm ²
		31.816	m ²
	Luas tunnel	536859861.3	mm ²
		536.860	m ²
	Total luasan lambung kapal	1596.139	m ²
	Tebal pelat lambung	9	mm
		0.009	m
	Volume shell plate = luas x tebal	14.365	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	38786.180	kg
		38.786	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Luasan main deck kapal	980510000.000	mm ²
	Luasan upper deck kapal	938010000.000	mm ³
	Total luasan geladak kapal	1918.520	m ²
	Tebal pelat geladak	7	mm
		0.007	m
	Volume shell plate = luas x tebal	13.430	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	36260.028	kg
		36.260	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20%-25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat aluminium lambung + geladak kapal	75.046	ton
	20% dari berat aluminium kapal	15.009	ton
	Berat Konstruksi Total	15.009	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal		

	Luas permukaan dinding di Main Deck	344647270	mm ²
	Luas permukaan dinding di Upper Deck	286895178	mm ²
	Luas permukaan dinding di Navigation Deck	77900476	mm ²
	Luasan permukaan total	709.443	m ²
	Ketebalan pelat aluminium	6	mm
	Berat jenis aluminium	2700	kg/m ³
	Volume shell plate = luas x tebal	4.257	m ³
	Berat	11.493	ton
	<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris 20%-25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat konstruksi bangunan atas	2.299	ton
	Berat Total	13.792	ton
5	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum</i>		
	<i>material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang Railing	56.000	m
	Diameter pipa	0.050	m
	Tebal pipa	3.000	mm
		0.003	m
	Luas permukaan railing	8.796	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.026	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	71.251 0.071	kg ton
6	Berat Tiang Penyangga		
	<i>Tiang Penyangga dipasang di setiap jarak gading besar</i>		
	<i>material tiang menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Tinggi Tiang	2.000	m
	Jumlah Tiang	30.000	
	Diameter Pipa	0.050	m
	Tebal pipa	0.003	m
	Luas permukaan tiang	9.425	m ²
	Volume Tiang	0.028	
	<i>r</i> aluminium	2700.000	kg/m ³
	Berat Total	76.341	kg
		0.076	ton
7	Equipment & Outfitting		

	Ruangan Rawat Inap	9600.000	kg
	Ruangan Operasi dan Bedah	4500	kg
	Ruang Radiologi	5200.000	kg
	Ruang UGD dan ICU	4550.000	kg
	Instrumen Penyimpanan Obat	260.000	kg
	Jangkar	340.000	kg
	Peralatan Navigasi	300.000	kg
	Life Boat	4377.000	kg
	Life Raft	240.000	kg
	Berat Total	29367.000	kg
		29.367	ton
8	Berat Atap Kapal		
	<i>Material atap menggunakan pelat aluminium dengan tebal 6 mm</i>		
	<i>Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas atap kapal	73652887	mm ²
		73.653	m ²
	Tebal pelat	6.000	mm
		0.006	m
	Volume atap = luas x tebal	0.442	m ³
	<i>r aluminium</i>	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	1193.177	kg
		1.193	ton
9	Berat Kaca		
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas kaca	137914932	mm ²
		137.915	m ²
	Tebal kaca	5.000	mm
		0.005	m
	Volume kaca = luas x tebal	0.690	m ³
	<i>r kaca</i>	2.56	gr/cm ³
		2560	kg/m ³
	Berat Total	1765.311	kg
		1.765	ton
10	Genset		
	Berat	12400.000	kg
	jumlah	4.000	unit
	Berat Total	49600.000	kg
		49.600	ton
11	Berat Main Engine		

<i>Diambil dari katalog Wärtsilä 32</i>			
	Jumlah Inboard motor	2	unit
	Berat Inboard motor	56900	kg/unit
	Berat Total	113800	kg
		113.800	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	38.786	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	36.260	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	15.009	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	13.792	ton
5	Berat Railing	0.071	ton
6	Tiang Penyangga	0.076	ton
7	Equipment & Outfitting	29.367	ton
8	Berat Atap Kapal	1.193	ton
9	Berat Kaca	1.765	ton
10	Berat Intboard Motor	113.800	ton
11	Generator Set (Genset)	49.600	ton
Total		299.720	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	281.095	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	299.720	ton
Total		580.816	ton

IV.6.8. Perhitungan *Freeboard*

Untuk perhitungan *Freeboard*, semua rumus yang diberikan mengacu pada “*International Convention of Load Lines 1966, Chapter 3*”. Hasil yang didapatkan adalah tinggi minimum *freeboard* yang diijinkan sehingga kapal bisa berlayar dengan rute pelayaran international. Berdasarkan load lines batasan *freeboard* adalah *actual freeboard* \geq *minimum freeboard* dimana:

- *Actual freeboard* merupakan tinggi *freeboard* yang sebenarnya (H-T)
- Sedangkan *freeboard* minimum adalah hasil perhitungan menurut ICLL 1966 beserta koreksinya.

Dari perhitungan yang dilakukan didapatkan:

$$\begin{aligned}
 \text{Actual Freeboard} &= H-T \\
 &= 4.5-1,8 \\
 &= 2,7 \text{ m}
 \end{aligned}
 \tag{IV.21}$$

Tabel IV. 16 *Freeboard* hasil dari perhitungan

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	1.085	m
Lambung Timbul Sebenarnya Kondisi	2.7 Diterima	m

Karena *actual freeboard* lebih besar sama dengan dari *minimum freeboard*, maka *freeboard* kapal yang direncanakan memenuhi persyaratan ICLL 1966.

IV.6.9. Perhitungan *Trim*

Perhitungan *trim* dilakukan berdasarkan *SOLAS Chapter II-1, Part B-1, Reg 5-1*. Dalam aturan tersebut, untuk melakukan pemeriksaan sarat dan *trim* kapal tidak boleh lebih dari $\pm 0.5\% \cdot \text{LWL}$. Kemudian perhitungan *trim* kapal didapatkan dari *Maxsurf Stability Enterprise*:

Kemudian perhitungan *trim* kapal didapatkan dari *Maxsurf Stability Enterprise*:

$$\begin{aligned}
 \text{Batasan } \textit{trim} &= \pm 0.5\% \cdot \text{LWL} \\
 &= 0.5\% \cdot 57.60 \\
 &= \pm 0,288 \text{ m}
 \end{aligned}
 \tag{IV.22}$$

Perhitungan *trim* berdasarkan *Maxsurf Stability Enterprise*

$$= \pm 0,088 \text{ m}$$

Pengecekan kondisi dan kriteria *trim*

$$\text{Kondisi} = \textit{Trim Buritan}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Batasan} &= 0,5\% \times \text{Lwl} \\
 &= \pm 0,288 \text{ m}
 \end{aligned}
 \tag{IV.23}$$


$$\text{Trim kapal} = \pm 0,088 \text{ m}$$

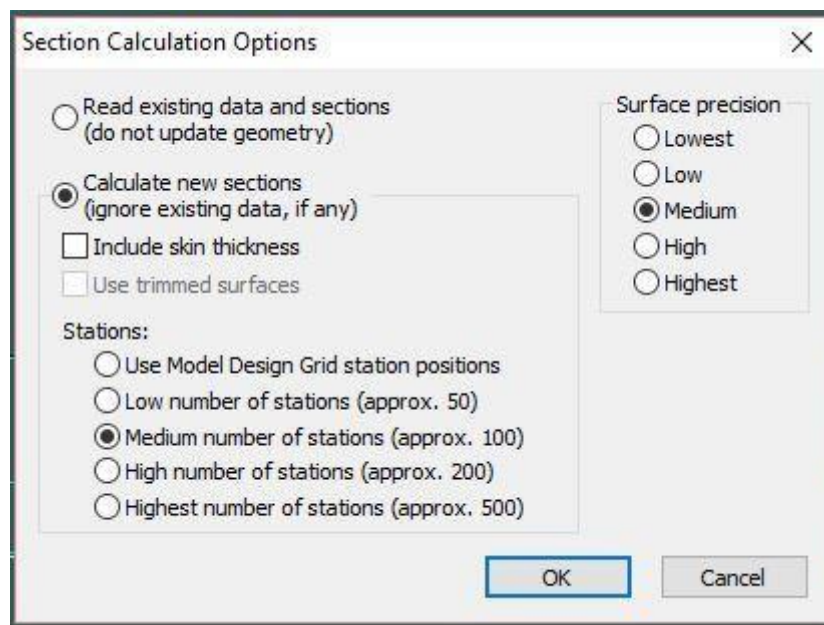
Dari perhitungan diatas didapatkan nilai *trim* tidak melebihi syarat maksimal, maka *trim* memenuhi.

IV.6.10. Perhitungan Stabilitas

IV.6.10.1. Langkah Perhitungan Stabilitas Dengan Menggunakan *Hydromax*


Langkah-langkah pemeriksaan stabilitas menggunakan *software Hydromax Profesional* adalah sebagai berikut:

1. Buka *software Hydromax Profesional*, klik *file-open* atau klik ikon  dan buka file hasil pemodelan lambung kapal katamaran. Pada kotak dialog *Section Calculation Options* pilih *Calculate new sections (ignore existing data, if any)*, karena analisis pada file ini belum pernah dilakukan sebelumnya. Pada pilihan *stations* pilih *100 medium number of stations* dan pilih *medium* pada jenis *surface precision*.



Gambar IV. 9 Kotak *dialog section calculation options*

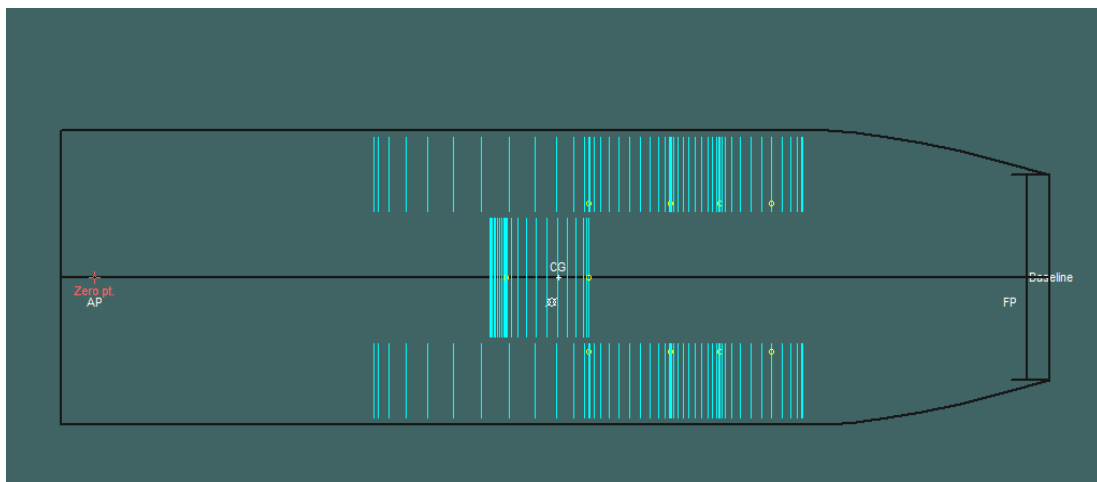
2. Perencanaan Letak Tangki-Tangki *Consumable*

Tangki-tangki *consumable* meliputi tangki air tawar, tangki bahan bakar, tangki pelumas, tangki *diesel oil*, tangki *slop* dan tangki *ballast* sebagai penyeimbang kapal ketika tangki *consumable* yang lain dalam kondisi tidak terisi penuh. Penambahan tangki dilakukan dengan cara klik menu *window-input* dan pilih *compartement definition* atau klik ikon . Peletakan tangki-tangki *consumable* sesuai dengan posisi pada *general arrangement*.

Free to trim Heel 0.0 deg																
	Name	Type	Intact Perm. %	Damaged Perm. %	Specific gravity	Fluid type	Boundary Surfaces	Aft m	Fore m	F.Port m	F.Stbd. m	F.Top m	F.Bott. m	A.Port m	A.Stbd. m	A.Top m
1	FOT SB	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	17	30	3.794	8	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
2	FOT PS	Tank	100	100	0.9443	Fuel Oil	none	17	30	-8	-3.794	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
3	LOT SB	Tank	100	100	0.92	Lube Oil	none	24	25	0	3.4	4.5	3	DITTO	DITTO	DITTO
4	LOT PS	Tank	100	100	0.92	Lube Oil	none	24	25	-3.4	0	4.5	3	DITTO	DITTO	DITTO
5	DOT SB	Tank	100	100	0.84	Diesel	none	30	35	3.794	8	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
6	DOT PS	Tank	100	100	0.84	Diesel	none	30	35	-8	-3.794	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
7	Seawage S	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	35	38	3.794	8	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
8	Seawage P	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	35	38	-8	-3.794	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
9	FWT SB	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	25	30	0	3.4	4.5	3	DITTO	DITTO	DITTO
10	FWT PS	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	25	30	-3.4	0	4.5	3	DITTO	DITTO	DITTO
11	BWT SB	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	38	43	3.794	8	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO
12	BWT PS	Tank	100	100	1	Fresh Water	none	38	43	-8	-3.794	2	0.5	DITTO	DITTO	DITTO

Gambar IV. 10 Posisi peletakan tangki-tangki *consumable*

Pada Gambar IV. 11 dapat dilihat posisi tangki-tangki air tawar, bahan bakar, pelumas, dan sebagainya.



Gambar IV. 11 Peletakan tangki-tangki *consumable* tampak atas pada *Maxsurf Hydromax*

3. Penentuan Massa Jenis Muatan

Pada *software maxsurf hydromax professional* terdapat analisis massa jenis (*density*) muatan yang dapat dilihat pada menu *analysis-density*. Tampilan kotak *dialog density* dapat dilihat pada Gambar IV.12.




	Fluid	Code	Specific gravity	Density tonne/m ³	Density bbls/t	API Gravity	Co
1	Sea Water	S	1,0250	1,0250	6,1364		
2	Draft Amidships	1,	1,0250	1,0250	6,1364		
3	Displacement t	17	1,0000	1,0000	6,2898		
4	Heel deg	0,	0,8400	0,8400	7,4879	36,95	
5	Draft at FP m	F	0,9443	0,9443	6,6608	18,35	
6	Draft at AP m	L	0,9200	0,9200	6,8368	22,30	
7	Draft at LCF m	C	0,8883	0,8883	7,0807	27,79	
8	Trim (+ve by st)	DMA	0,8900	0,8900	7,0672	27,49	
9	WL Length m	43	0,9000	0,9000	6,9887	25,72	
10	Beam max exten	11	0,9200	0,9200	6,8368	22,30	
11	Wetted Area m ²	32	0,7499	0,7499	8,3875	57,19	
12	Waterpl. Area m	20	0,7499	0,7499	8,3875	57,19	
13	Prismatic coeff	J	0,8203	0,8203	7,6677	41,00	
14	Block coeff. (C)	M	0,7471	0,7471	8,4190	57,90	
15	Max Sect. area	GO	0,8524	0,8524	7,3789	34,50	
16	Waterpl. area c	SL	0,9130	0,9130	6,8892	23,48	
17	LCB from zero p	18	1,0000	1,0000	6,2898	10,00	
18	LCF from zero p	C2	1,0000	1,0000	6,2898	10,00	

Gambar IV. 12 Analisis *density* pada *Maxsurf Hydromax*

4. Tank Calibration

Setelah perencanaan tangki dan penentuan massa jenis tangki selanjutnya dilakukan analisis kapasitas dan titik berat tangki dengan cara analisis kalibrasi tangki (*tank calibration*). Kalibrasi tangki dilakukan dengan langkah klik menu *Analysis-Set Analysis Type*, pilih *Tank Calibration*, dan *Start Tank Calibration*.

5. Perencanaan Kondisi Pemuatan (*Loadcase*)

Kondisi pemuatan pada *maxsurf hydromax* dilakukan dengan langkah klik menu *window-loadcase* atau klik ikon . Untuk membuat *loadcase* lebih dari satu bisa ditambahkan dengan klik menu *file -new loadcase* atau klik ikon . Karena sebelumnya sudah dilakukan *tank calibration*, maka tangki-tangki yang telah direncanakan secara otomatis akan masuk pada data *loadcase*. Sedangkan untuk berat dan titik berat *lightship* dan muatan yang terdiri dari penumpang ditambahkan secara manual dengan cara klik ikon . Berat dan titik berat muatan dimasukkan berdasarkan hasil penyebaran berat pada perhitungan dan pemeriksaan berat serta titik berat kapal. Data kondisi *loadcase* 100 dapat dilihat pada Gambar IV.13. Sedangkan untuk data *loadcase* selengkapnya dapat dilihat di lampiran.

	Item Name	Quantity	Unit Mass tonne	Total Mass tonne	Unit Volume m³	Total Volume m³	Long. Arm m	Trans. Arm m	Vert. Arm m	Total FSM tonne.m	FSM Type
1	Lightship	1	299.720	299.720			27.066	0.000	0.000	0.000	User Specifi
2	FOT SB	100%	74.698	74.698	79.104	79.104	23.514	5.898	1.272	0.000	IMO A.749(
3	FOT PS	100%	74.698	74.698	79.104	79.104	23.514	-5.898	1.272	0.000	IMO A.749(
4	LOT SB	100%	4.692	4.692	5.100	5.100	24.500	1.700	3.750	0.000	IMO A.749(
5	LOT PS	100%	4.692	4.692	5.100	5.100	24.500	-1.700	3.750	0.000	IMO A.749(
6	DOT SB	100%	25.641	25.641	30.525	30.525	32.500	5.898	1.270	0.000	IMO A.749(
7	DOT PS	100%	25.641	25.641	30.525	30.525	32.500	-5.898	1.270	0.000	IMO A.749(
8	Seawage SB	0%	18.315	0.000	18.315	0.000	36.500	5.900	0.500	0.000	IMO A.749(
9	Seawage PS	0%	18.315	0.000	18.315	0.000	36.500	-5.900	0.500	0.000	IMO A.749(
10	FWT SB	100%	25.500	25.500	25.500	25.500	27.500	1.700	3.750	0.000	IMO A.749(
11	FWT PS	100%	25.500	25.500	25.500	25.500	27.500	-1.700	3.750	0.000	IMO A.749(
12	BWT SB	100%	30.508	30.508	30.508	30.508	40.499	5.898	1.270	0.000	IMO A.749(
13	BWT PS	100%	30.508	30.508	30.508	30.508	40.499	-5.898	1.270	0.000	IMO A.749(
14	Orang Kiri	1	8.000	8.000			37.130	0.000	0.000	0.000	User Specifi
15	Orang Kanan	1	8.000	8.000			37.130	0.000	0.000	0.000	User Specifi
16	Total Loadcase			637.799	378.105	341.475	28.205	0.000	0.877	0.000	
17	FS correction								0.000		
18	VCG fluid								0.877		


Gambar IV. 13 Data Kondisi Pemuatan (*Loadcase* 100%)

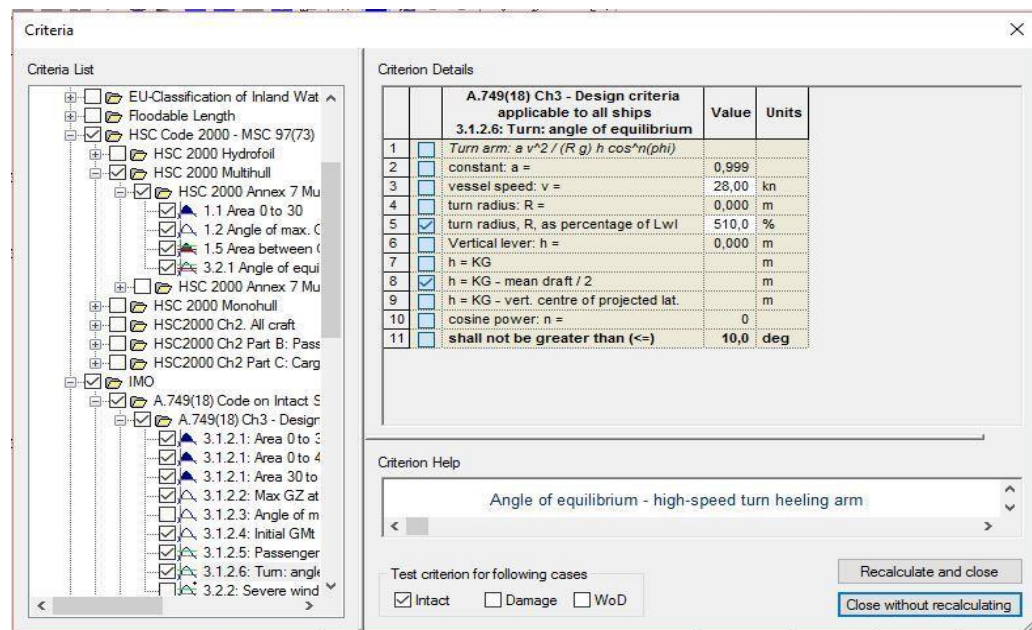
IV.6.10.2. Pemeriksaan Kondisi Stabilitas

Stabilitas merupakan salah satu kriteria yang harus dipenuhi pada proses desain kapal. Analisis stabilitas digunakan untuk mengetahui keseimbangan kapal secara melintang atau oleng pada beberapa kriteria kondisi pemuatan (*Loadcase*). Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas untuk kapal jenis umum dan kapal penumpang katamaran yang mengacu pada *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7*. Kriteria tersebut antara lain sebagai berikut:


- Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 0° - 30° tidak boleh kurang dari 0.055 m.rad atau 3.151 m.deg.
- Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 0° - 40° tidak boleh kurang dari 0.090 m.rad atau 5.157 m.deg.
- Luas area dibawah kurva lengan pengembali (*GZ curve*) antara sudut 30° - 40° atau antara sudut *downflooding* (\square_f) dan 30° jika nilai *GZ* maksimum tidak mencapai 40° , tidak boleh kurang dari 0.030 m.rad atau 1.719 m.deg.
- Lengan pengembali *GZ* pada sudut oleh sama dengan atau lebih dari 30° minimal 0.200 m.
- Lengan pengembali maksimum terjadi pada kondisi oleng sebaiknya mencapai 30° atau lebih, tetapi tidak kurang dari 10° .
- Tinggi titik metacenter awal (*GMo*) tidak boleh kurang dari 0.15 m.

- g. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi penumpang berkelompok pada satu sisi kapal tidak boleh lebih dari 10°. Berat standar setiap penumpang adalah 75 kg, atau boleh kurang tetapi tidak boleh kurang dari 60 kg.
- h. Untuk kapal penumpang, sudut oleng pada perhitungan kondisi kapal berbelok (*turning*) tidak boleh lebih dari 10°.

Pada *maxsurf hydromax* analisis kriteria stabilitas dapat diatur melalui menu *analysis-criteria*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *criteria* atau klik ikon . Pada kotak dialog *criteria* terdapat banyak pilihan kriteria untuk analisis stabilitas. Agar mempermudah dalam melakukan analisis maka dibuat folder baru khusus untuk perhitungan kapal ini. Pada folder tersebut berisikan kriteria-kriteria yang mengacu pada *IMO A.749 (18) Chapter 3* dan *HSC Code 2000 Annex 7* seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar IV. 14 Kotak dialog *criteria*

Setelah dilakukan pengaturan kriteria stabilitas, hasil analisis stabilitas dapat langsung dilakukan dengan cara *start analysis*. Klik menu *analysis*, pilih submenu *Analysis Type*, pilih *Large Angle Stability*, dan klik *start analysis* atau klik ikon . Analisis dilakukan pada setiap kondisi pemuatan (*loadcase*) yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah dilakukan *start analysis* pada setiap kondisi *loadcase*. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada lampiran tentang perhitungan stabilitas.

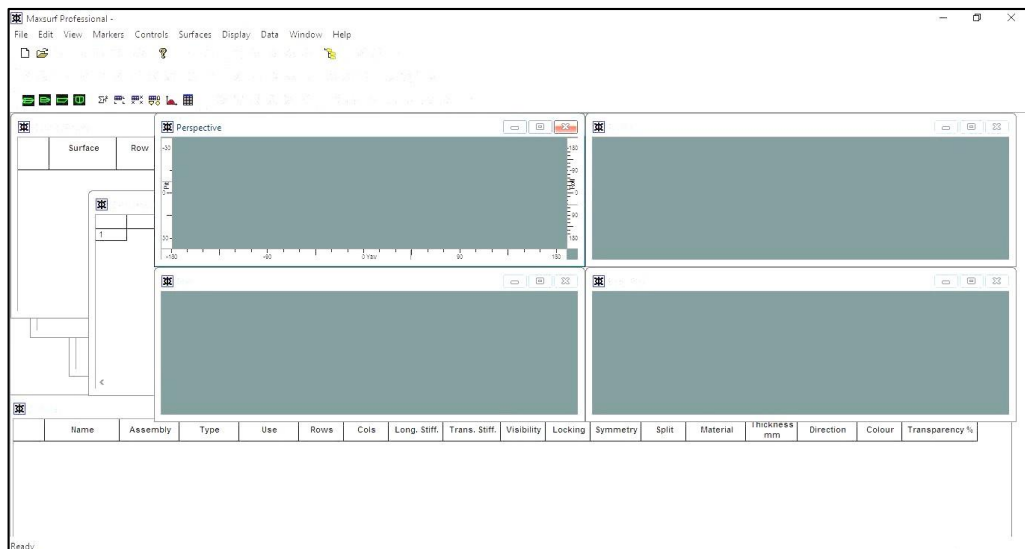
IV.6.11. Pembuatan Rencana Garis

Setelah semua perhitungan selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan Rencana Garis atau *Lines Plan*. *Lines Plan* ini merupakan gambar pandangan atau gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vertikal memanjang (*half breadth plan*). *Lines Plan* berguna untuk mendapatkan desain kapal yang sesuai, terutama desain ruang muat.

Ada banyak cara membuat *Lines Plan*. Pada Tugas Akhir ini menggunakan metode literasi *sample design* pada *software Maxsurf*. Langkah awal dalam membuat *Lines Plan* adalah mencari data kapal terdahulu (*parent ship*). Kemudian kapal tersebut karakteristiknya disesuaikan dengan kapal yang direncanakan. Setelah itu dilakukan penyempurnaan menggunakan *software CAD*. Dalam menggambar *half breadth plan* dan *sheer plan* juga dibantu oleh kedua *software* tersebut.

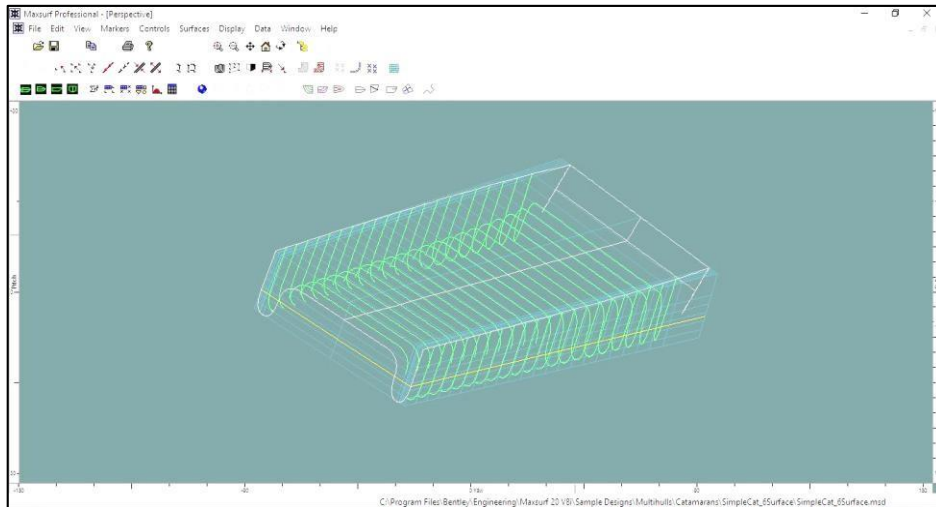
Langkah-langkah pengerjaan Rencana Garis kapal adalah sebagai berikut:

1. Membuka jendela awal *software maxsurf*



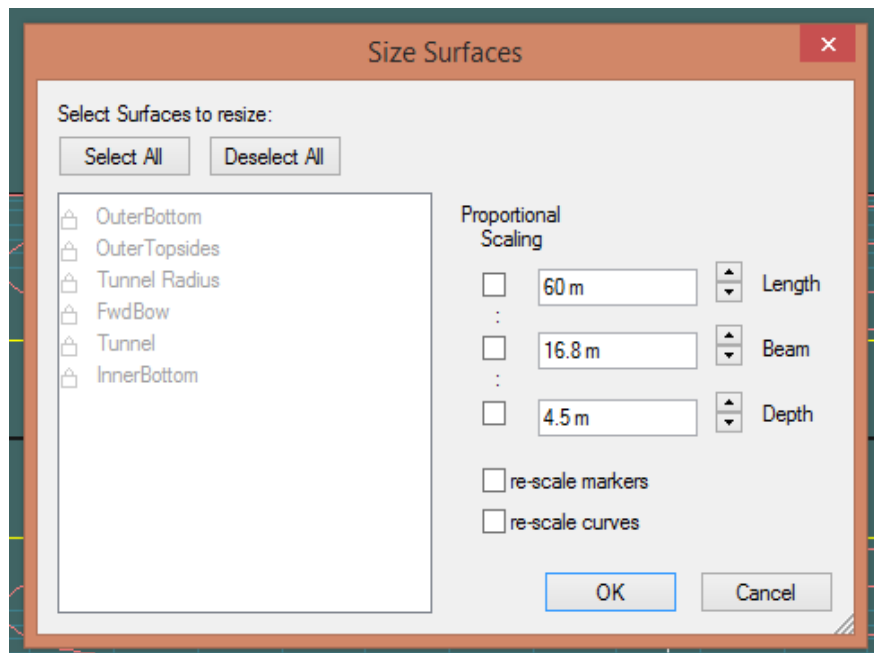
Gambar IV. 15 Jendela Awal *Maxsurf*

2. Menginput *Parent Ship* sesuai dengan jenis kapal yang akan dibuat



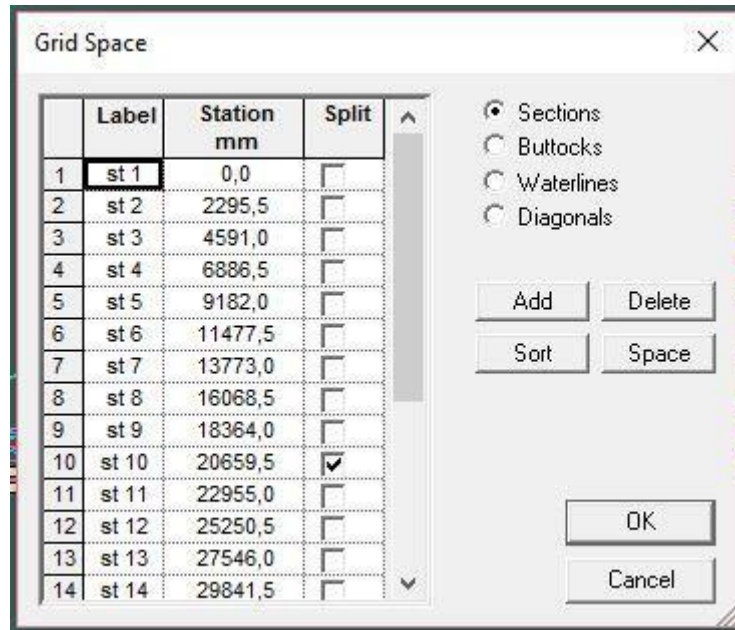
Gambar IV. 16 *Parent* kapal penumpang katamaran

3. Menentukan ukuran utama kapal pada *size surface*



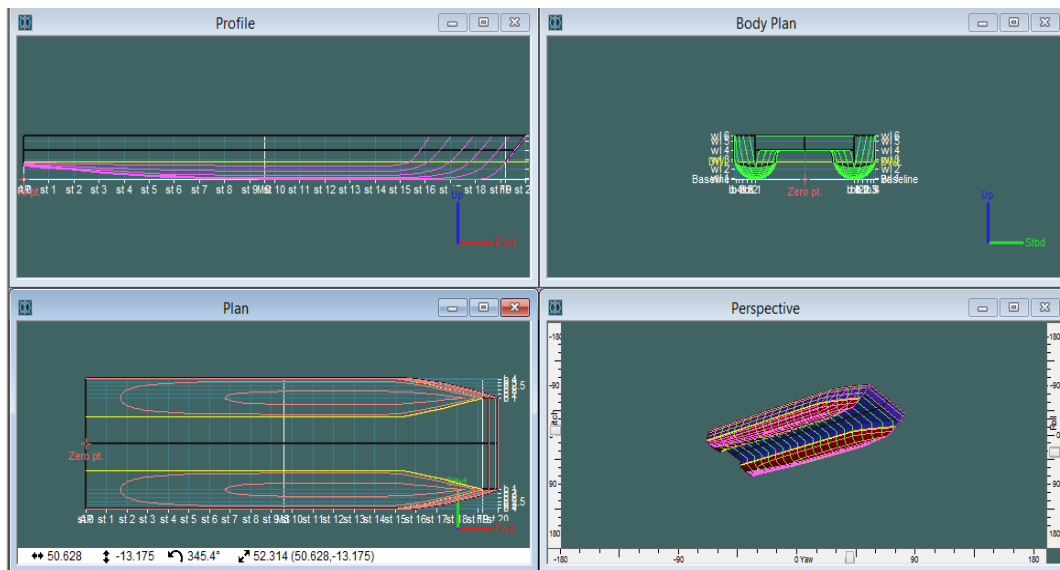
Gambar IV. 17 Menentukan Ukuran Utama Kapal Pada *Size Surface*

4. Membagi *stations*, *buttock lines* dan *water lines* pada *design grid*



Gambar IV. 18 Mengatur *Stations*, *Buttock Lines* Dan *Waterline*

5. Meng-export *Lines Plan* yang telah dibuat pada pada maxsurf ke software CAD



Gambar IV. 19 *Lines Plan* kapal penumpang katamaran sebelum di *Export*

Setelah bentuk *Lines Plan* sesuai dengan yang diinginkan, pembuatan Rencana Garis mendekati tahap akhir. Model dapat langsung di-export ke format dxf untuk diperhalus dengan *software CAD*. Untuk menyimpan Rencana Garis dari model yang telah dibuat, buka salah satu pandangan dari model, kemudian klik *file>export> DXF and IGES*, atur skala 1:1, kemudian klik ok dan *save file* baru tersebut.

Setelah didapatkan *body plan*, *sheer plan* dan *half-breadth plan*, langkah selanjutnya adalah menggabung ketiganya dalam satu *file.dwg* yang merupakan *output* dari *software CAD*. Dalam proses penggabungan juga dilakukan sedikit *editing* pada Rencana Garis yang telah didapat dan dapat dilihat hasilnya pada Gambar IV.23.

IV.6.12. Pembuatan Rencana Umum

Dari gambar *Lines Plan* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *General Arrangement* dari *public catamaran boat*. *General Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan ruangan yang dibutuhkan sesuai dengan fungsi dan perlengkapan kapal. Pembuatan *General Arrangement* dilakukan dengan bantuan *software CAD*.

Menurut Taggart, karakteristik rencana umum dibagi menjadi 4 bagian antara lain:

- a. Penentuan lokasi ruang utama
- b. Penentuan batas-batas ruangan
- c. Penentuan dan pemilihan perlengkapan yang tepat
- d. Penentuan akses (jalan atau lintasan) yang cukup

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *General Arrangement* katamaran ini adalah penataan geladak utama yang baik agar memberikan ruang yang leluasa untuk penumpang dan menempatkan ruangan-ruangan utama beserta batas-batasnya terhadap lambung kapal dan bangunan atas. Adapun ruangan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- a. Ruang penumpang
- b. Kamar mesin
- c. Tangki-tangki (bahan bakar, *ballast*, air tawar, dll)

Pada saat yang bersamaan juga ditentukan kebutuhan lain yang harus diutamakan seperti:

- a. Sekat kedap masing-masing ruangan
- b. Stabilitas yang cukup
- c. Struktur / konstruksi
- d. Penyediaan akses yang cukup

Penyusunan rencana umum merupakan suatu proses bertahap yang disusun dari percobaan, pengecekan, dan penambahan. Referensinya bisa didapat dari data rencana umum kapal-kapal pembanding yang memiliki spesifikasi tidak jauh berbeda dengan kapal yang

sedang dirancang. Pendekatan penyelesaian permasalahan rencana umum harus didasarkan pada informasi minimum yang meliputi:

- Penentuan volume ruang muat berdasarkan jenis dan jumlah muatan yang dimuat.
- Metode penyimpanan dan bongkar muat muatan.
- Penentuan volume ruangan untuk kamar mesin berdasarkan jenis dan dimensi mesin.
- Penentuan volume ruangan akomodasi berdasarkan jumlah *crew*, penumpang dan standar akomodasi.
- Penentuan volume tangki-tangki terutama untuk bahan bakar dan *ballast* berdasarkan jenis mesin, jenis bahan bakar, dan radius pelayaran.
- Penentuan pembagian dan pembatasan jarak sekat melintang.
- Penentuan dimensi kapal (L, B, H, dan T).
- *Lines plan* yang telah dibuat sebelumnya.

Setelah semua langkah tersebut dipenuhi dan desain kapal sudah jadi maka diperlukan pengecekan kembali atas ukuran-ukuran utama apakah sudah sesuai dengan yang ditentukan atau belum.

Kemudian hal yang harus dipertimbangkan juga adalah desain kapal secara keseluruhan. Hal ini berfungsi sebagai daya tarik untuk penumpang. Semakin menarik desain kapal wisata maka semakin banyak pula penumpang yang akan menggunakannya. Peletakan peralatan juga harus diperhatikan agar sesuai dengan perhitungan titik berat kapal. Hal ini berfungsi agar perhitungan teknis dengan gambar kapal tidak rancu.

Langkah pertama yang dilakukan untuk pembuatan *General Arrangement* katamaran adalah membuat sket peletakan peralatan yang terdapat pada *main deck*. Peralatan yang terdapat pada *main deck* terdiri dari perlengkapan operasi maupun bedah darurat lainnya. Pembuatan *sketch* dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan penumpang. Peletakan alat-alat harus diatur sedemikian rupa sehingga masih tetap memberikan ruang gerak yang luas untuk penumpang.

Kemudian setelah *sketch main deck* selesai dibuat, langkah berikutnya adalah dengan menyempurnakan gambar tampak atas (*top view*) *General Arrangement* pada *main deck*. Dari gambar *top view* kemudian dibuat gambar *side view* kapal. Gambar *General Arrangement* katamaran dapat dilihat pada Gambar IV.24.

IV.6.12.1. Data Utama Kapal

Tabel IV. 17 Data ukuran utama kapal

Ukuran Utama Kapal		
Loa	60	m
Lwl	57.6	m
Sarat (T)	1.8	m
Lebar (B)	16.8	m
Tinggi (H)	4.5	m
Kecepatan Dinas	30	Knots
Cb	0.549	

IV.6.12.2. Penentuan Panjang Konstruksi

Adapun perhitungan L konstruksi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \quad 0.96 \text{ LWL} &= 0.96 * 57.6 & (\text{IV.24}) \\ &= 55.29 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad 0.97 \text{ LWL} &= 0.97 * 57.6 & (\text{IV.25}) \\ &= 55.87 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad L_{pp} = 55.60 \text{ m}$$

Sesuai dengan ketentuan, maka $L_{\text{Konstruksi}} = 55.60 \text{ m}$.

IV.6.12.3. Penentuan Jarak Gading

Untuk jarak gading direncanakan sebesar 0.5 m. (LR, 2016)

IV.6.12.4. Tinggi Floor

Tinggi minimal *floor* pada kapal katamaran berbahan aluminium didapatkan 407.12 mm dan direncanakan sebesar 500 mm. (LR, 2016)

IV.6.12.5. Perencanaan Sekat Kedap

Dalam perencanaannya, sekat-sekat kedap yang akan digunakan antara lain:

- 1 sekat tubrukan (*collision bulkhead*)
- 2 sekat ruang muat
- 1 sekat depan kamar mesin
- 1 sekat ceruk buritan

IV.6.12.6. Perencanaan Tangki

A. Tangki Bahan Bakar (*Fuel Oil Tank*)

Tangki fuel oil diletakkan didepan kamar mesin, pada bagian kedua *hull*. Tangki tersebut diletakkan sepanjang 24 jarak gading, tepatnya pada gading no.34 s/d no. 60. (152.000 m^3)

B. Tangki Air Kotor (*Seawage Tank*)

Tangki air kotor diletakkan pada bagian tengah kapal tepat dibawah ruang akomodasi sepanjang 6 jarak gading, tepatnya gading no.70 s/d no.76. (38.600 m^3)

C. Tangki Air Tawar

Tangki air tawar diletakkan di depan kamar mesin pada bagian *bridge* kapal yaitu dari gading no.50 s/d no.60. (49.500 m^3)

D. Tangki *Ballast*

Tangki ballast yang direncanakan terdiri dari 2 tangki *ballast* haluan. Adapun peletakkannya adalah sepanjang 10 jarak gading, tepatnya pada gading no.76 s/d no.86 pada masing-masing sisi *portside* dan *starboard* kapal. (58.500 m^3)

E. Tangki *Diesel Oil*

Tangki *diesel oil* diletakkan didepan kamar mesin yaitu dari gading no.60 s/d no.70. (48.600 m^3)

F. Tangki *Lubricating Oil*

Tangki *lubricating oil* diletakkan didepan kamar mesin pada bagian *bridge* kapal yaitu dari gading no.48 s/d no.50. (4.200 m^3)

IV.6.12.7. Perencanaan Lampu Navigasi

A. *Anchor Light* (lampu jangkar)

- Jumlahnya 1 buah.
- Dipergunakan pada waktu kapal sedang lego jangkar agar kapal lain mengetahui bahwa suatu kapal sedang melego jangkar.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 360^0 .
- Tinggi dari geladak 6 m.

- Dapat dilihat pada jarak minimal 3 mil
- Lampu jangkar buritan dipasang bila dilengkapi dengan jangkar buritan.

B. *Mast Head Light*

- Berfungsi agar tidak terjadi tubrukan pada saat kapal berlayar (untuk mengetahui arah gerakan kapal).
- Jumlahnya 2 buah. Lampu pertama berjarak terendah 6 m dari geladak utama dan tertinggi 12 m. Lampu kedua berjarak 4.5 m dari lampu pertama.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 2250.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 5 mil.

C. *Side Light (lampu samping)*

- Berfungsi untuk untuk membedakan sisi kiri dan kanan kapal.
- Jumlahnya 2 buah diletakkan masing-masing di sisi kiri dan kanan geladak navigasi.
- Warna merah pada lambung sisi kiri dan warna hijau pada lambung sisi kanan.
- Sudut sinar 112,50.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.
- Tinggi lampu dari geladak utama adalah $\frac{3}{4}$ tinggi *mast head light* depan.

D. *Stern Light (lampu Belakang)*

- Jumlah 1 buah.
- Warna lampu putih.
- Sudut sinar 1350.
- Dapat dilihat pada jarak minimal 2 mil.
- Diletakan dibelakang kapal dan tinggi 2 m dari geladak.

E. *Red Light*

- Red light berfungsi sebagai lampu rambu-rambu pada saat cuaca berkabut atau saat kapal kandas.
- Jumlah 2 buah dan diletakkan pada *mast* atau tiang muatan. Daya lampu masing masing 200 watt.

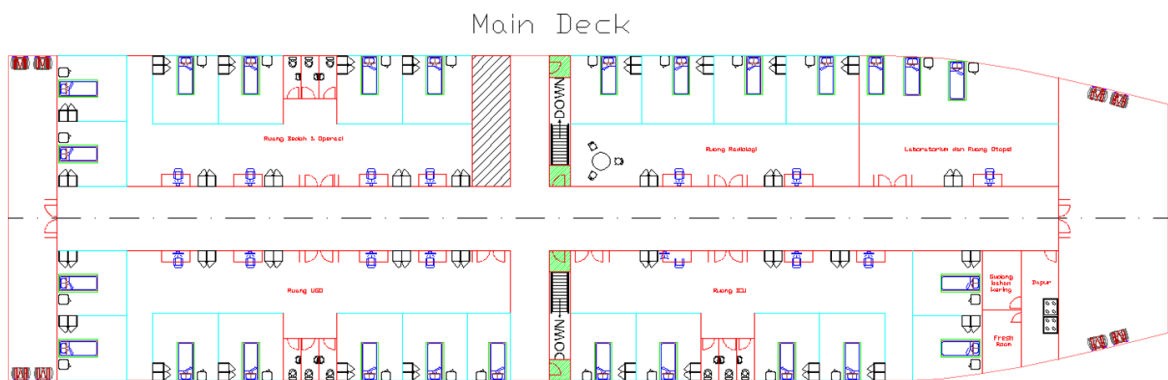
- Sudut penyinaran lampu 3600.
- Dapat dilihat sampai sejauh 2 mil.

IV.6.12.8. Layout Ruangan *Hospital Ship*

Berikut ini adalah desain layout dari *Hospital Ship* pada setiap geladak yang ada.

A. *Main Deck* (Geladak Utama)

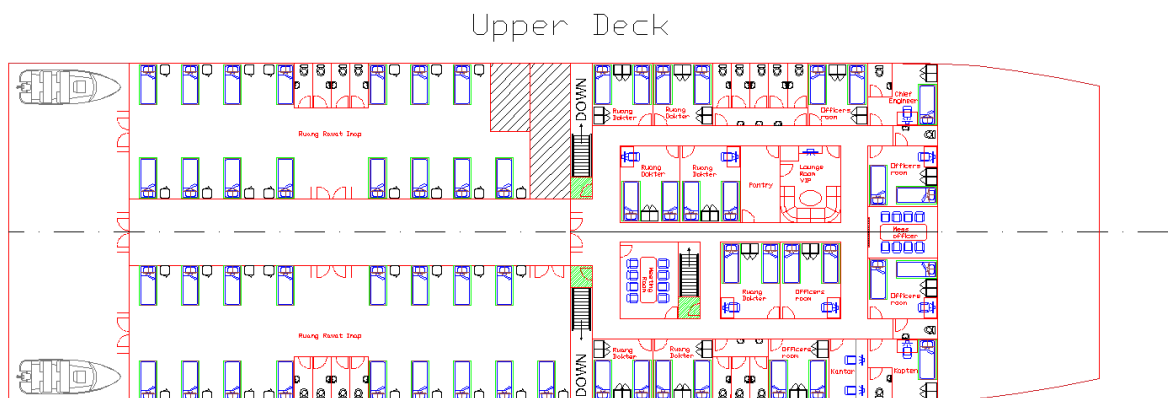
Pada geladak utama terdapat beberapa ruangan untuk menunjang kegiatan medis dari *Hospital Ship* seperti, Ruang Bedah & Operasi, Ruang UGD, Ruang ICU, Ruang Radiologi, dan Ruang Otopsi serta Laboratorium.



Gambar IV. 20 *Layout* ruangan pada geladak utama *Catamaran Hospital Ship*

B. *Upper Deck* (Geladak Atas)

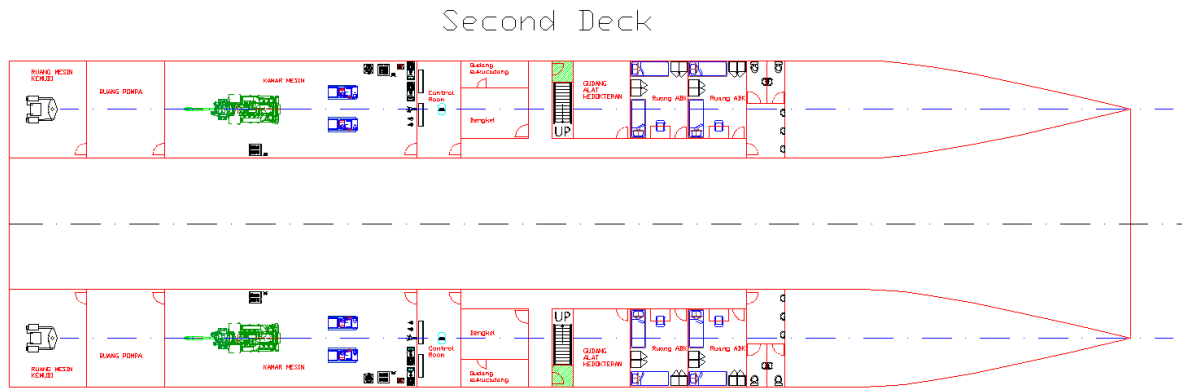
Pada geladak atas, terdapat ruang rawat inap yang dapat menampung sebanyak 32 pasien dan juga ruang akomodasi untuk *crew* serta tenaga medis yang bekerja.



Gambar IV. 21 *Layout* ruangan pada geladak atas *Catamaran Hospital Ship*

C. *Second Deck (Geladak Kedua)*

Pada geladak kedua, terdapat gudang obat serta bengkel dari *Hospital Ship*. Selain itu, pada geladak ini juga terdapat ruang akomodasi bagi Awak Buah Kapal yang dapat menampung sebanyak 8 orang.



Gambar IV. 22 *Layout* ruangan pada geladak kedua *Catamaran Hospital Ship*

IV.6.13. Pembuatan *Safety Plan Arrangement*

Dari gambar *General Arrangement* yang sudah di buat, maka dapat dibuat pula gambar *Safety Plan Arrangement* dari *public catamaran boat*. *Safety Plan Arrangement* didefinisikan sebagai perencanaan keselamatan dengan fungsi dan perlengkapan pada kapal. Keselamatan di kapal merupakan isu yang sangat penting, pada kondisi di tengah laut akan sulit mencari bantuan jika terjadi masalah. Oleh karena itu keselamatan di kapal termasuk peralatannya sangat diperhatikan, untuk itu aturan mengenai keselamatan di laut diatur dalam SOLAS (*Safety of Life at Sea*).

Life Saving Appliance merupakan sebuah standar keselamatan yang harus dipenuhi sebuah kapal, untuk menjamin keselamatan awak kapal bila terjadi bencana. Seluruh perlengkapan dan prosedur harus mendapat persetujuan dari klass. Sebelum persetujuan diberikan, seluruh perlengkapan tersebut harus melalui serangkaian pengetesan untuk memenuhi standar keselamatan yang ada dan bekerja sesuai fungsinya dengan baik. Semua *life saving appliance* harus:

- Dikerjakan dengan material dan tenaga kerja yang tepat.
- Tidak rusak saat disimpan pada suhu udara -30°C hingga +65°C
- Jika digunakan di dalam air, maka suhu yang diijinkan adalah -1°C hingga +30°C.

- Dapat digunakan, tahan lapuk, tahan korosi, dan tidak terpengaruh dengan serangan air laut, minyak, dan jamur.
- Jika terpapar sinar matahari secara langsung, tetap tahan terhadap penurunan kondisi.
- Memiliki warna mencolok pada semua bagian untuk mempermudah pencarian.

IV.6.13.1. Perencanaan *Life Boat*

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Life-saving appliances and arrangements, Part B, Section II, Regulation 21*” mengenai *survival craft and rescue boats*, jumlah *life boat* pada kapal penumpang dengan pelayaran internasional diwajibkan memiliki *life boat* yang dapat mengakomodasi tidak kurang dari 50% dari seluruh penumpang kapal di setiap sisi kapal (100% pada kedua sisi kapal). Sehingga dengan jumlah penumpang sebesar 100 orang, *life boat* di setiap sisi kapal harus dapat mengangkut setidaknya 75 orang.

Pada perencanaan *life boat*, digunakan 2 buah *life boat* dengan kapasitas 100 orang dengan peletakkannya sebagai berikut:

- 1 buah *life boat* di *portside upper deck*
- 1 buah *life boat* di *starboard side upper deck*

IV.6.13.2. Perencanaan Rakit Penolong (*Life Raft*)

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Regulation 13*”, peletakan *liferaft* pada kapal adalah sebagai berikut:

- *Liferaft* diletakkan sehingga satu *liferaft* atau satu set *liferaft* dapat diluncurkan secara manual dari tempat pengamannya
- *David launched liferaft* diletakkan dalam jangkauan *lift hook*
- *Liferaft* siap digunakan untuk kedua sisi, kecuali jika telah memenuhi persyaratan kapasitas dapat diletakkan pada tiap sisi kapal.

Jumlah *liferaft* yang digunakan adalah 8 buah dengan kapasitas 25 orang. *Liferaft* ini akan diletakkan menggantung di pinggir sebelah kanan kapal (*starboard side*) dan sebelah kiri kapal (*port side*).

IV.6.13.3. Perencanaan Pelampung (*Lifebuoys*)

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Regulation 7*”, ketentuan *lifebuoys* pada kapal adalah sebagai berikut:

- *Lifebuoys* harus tersedia dan terdistribusi di sepanjang kapal pada kedua sisinya. Setidaknya satu pelampung di diletakkan pada ujung buritan
- Diletakkan dan dapat diambil dengan cepat, tidak dipasang dengan kondisi permanen
- Setidaknya satu *lifebuoy* dipasang pada setiap sisi memiliki *bouyant lifeline*, memiliki panjang tidak kurang dari dua kali tinggi diletakkan diatas garis air atau 30 m, dipilih yang lebih besar.
- Tidak kurang dari setengah dari jumlah total *lifebuoys* harus dilengkapi dengan pelampung *self igniting lights*. Tidak kurang dari dua adalah *self igniting light* ini dilengkapi dengan *self activating smoke signal* yang dapat dengan cepat digunakan pada *navigation bridge*
- *Lifebuoys* dengan lampu dan mereka dengan lampu dan sinyal asap akan merata di kedua sisi kapal dan tidak diberi *lifeline*.

Untuk kapal dengan panjang dibawah 100 meter, ketentuan jumlah *lifebuoys* pada kapal minimal memiliki 8 buah *lifebuoys*.

IV.6.13.4. Perencanaan Jaket Pelampung (*Lifejackets*)

Mengacu pada “*SOLAS, Chapter III, Regulation 7*” persyaratan *lifejackets* adalah sebagai berikut:

- *Lifejacket* harus disediakan untuk setiap orang yang berada di kapal
- Untuk petugas yang berjaga harus diletakkan pada *survival craft station* dengan jumlah yang cukup. Juga diletakkan pada *bridge, engine control room* pada tempat lain yang biasanya digunakan untuk tugas jaga.
- Penempatan *Lifejackets* di tempat-tempat yang mudah dijangkau dan posisinya ditandai agar mudah terlihat.
- *Lifejacket* untuk *lifeboat* tipe *free-fall*, harus tidak mengganggu pada saat memasuki *lifeboat* atau pada saat duduk.

Pada kapal yang didesain, *lifejackets* untuk penumpang tersedia dibawah kasur masing-masing ruangan.

IV.6.13.5. Peralatan *Fire Protection*

A. Alat pendeteksi (*detector*)

Detektor asap dipasang di semua tangga, ruang kontrol, koridor dan jalur penyelamatan dalam ruang akomodasi sebagaimana diatur dalam “*SOLAS, Chapter II-2, Part C, Regulation 7*”. *Detector* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Smoke Detector*

Peletakan *smoke detector* diletakkan di semua tangga, koridor dan rute evakuasi.

2. *Infra-red flame Detector*

Flame detector dipasang pada lokasi dekat *fuel handling equipment*.

3. *Heat Detector*

Diterapkan pada lokasi yang jika *smoke detector* digunakan banyak terjadi *error*, semisal pada *galley*, dimana potensi timbulnya asap besar karena ada kegiatan memasak.

Pada perencanaan di kapal untuk *smoke detector* dipasang di semua bagian mulai dari *engine room*, *main deck*, *upper deck* dan *navigation deck*. Sedangkan untuk *heat detector* dipasang pada *main deck*, *upper deck* dan *engine room*.

B. Alat pemberi peringatan (*alarm*)

1. Pendeteksi api tetap dan *fire alarm* dipasang pada *engine room*.

2. *Manually operated call points*:

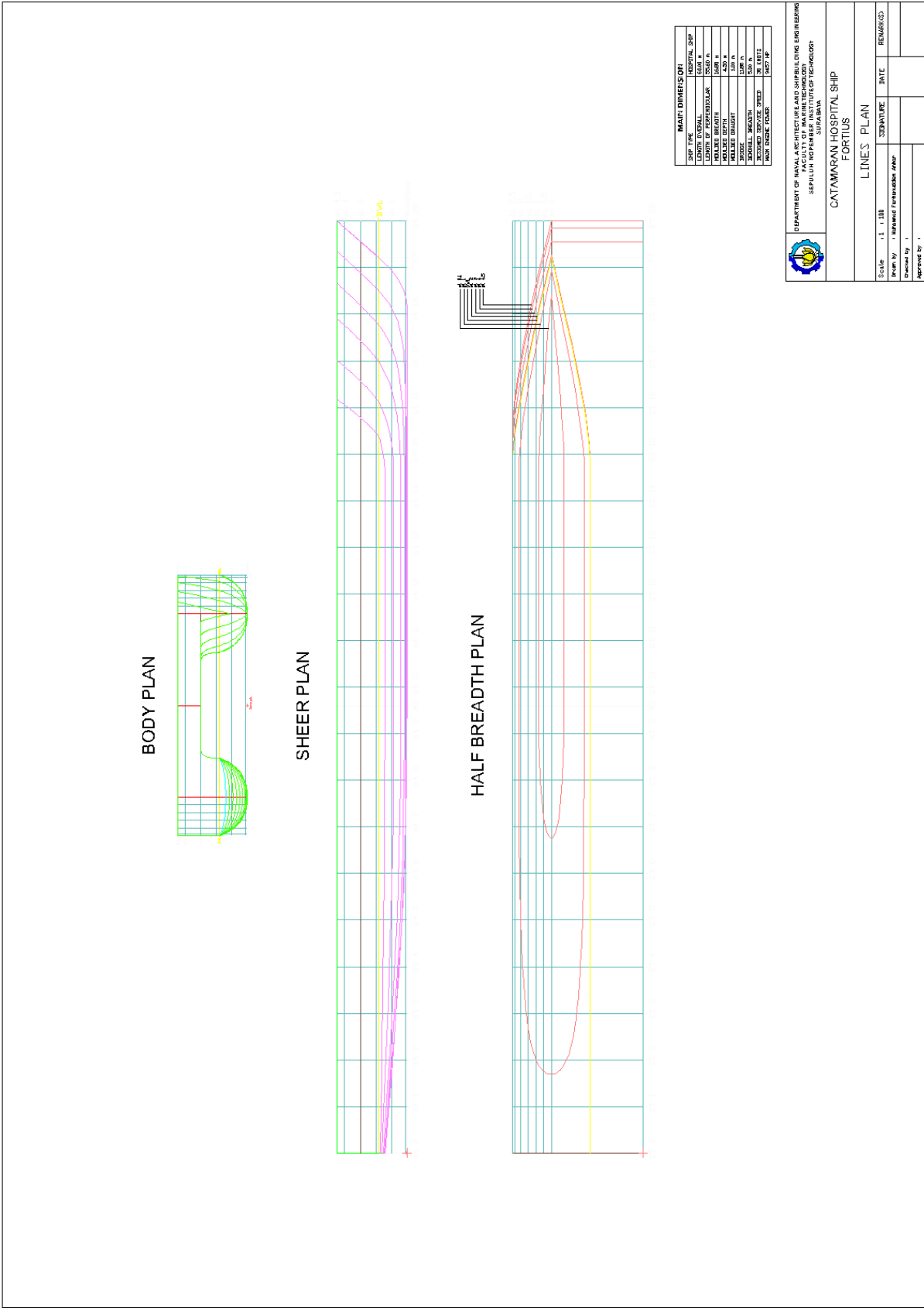
Manually operated call points dipasang pada ruang akomodasi, *service spaces* dan *control station*. Satu *manually operated call points* diletakkan pada setiap pintu keluar. Mudah diakses dari koridor, setaip jarak 20 m harus tersedia *manually operated call points*.

C. Peralatan Pemadaman Kebakaran (*fire fighting*)

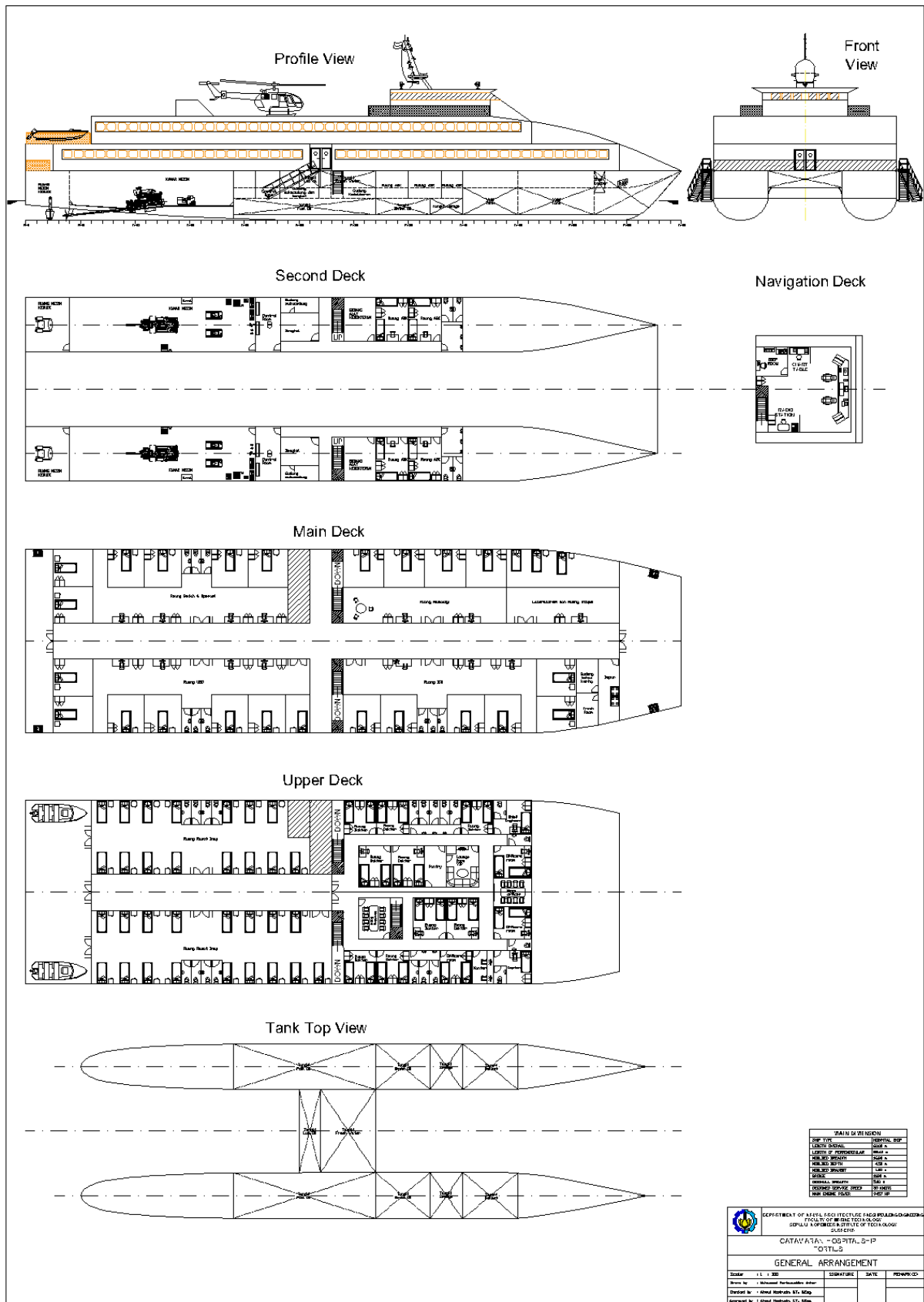
Ada dua jenis peralatan di kapal yang digunakan untuk mengontrol kebakaran, yaitu *portable extinguishers* dan intalasi pemadam kebakaran tetap. *Portable extringuisher* untuk

kebakaran skala kecil, dimana segera didapatkan sumber api dan dapat dengan cepat dipadamkan. Instalasi pemadaman tetap digunakan ketika kebakaran tidak dapat diatasi oleh *portable fire extinguisher* atau kemungkinan timbul bahaya yang lebih besar jika dikaitkan dengan luas area yang terbakar.

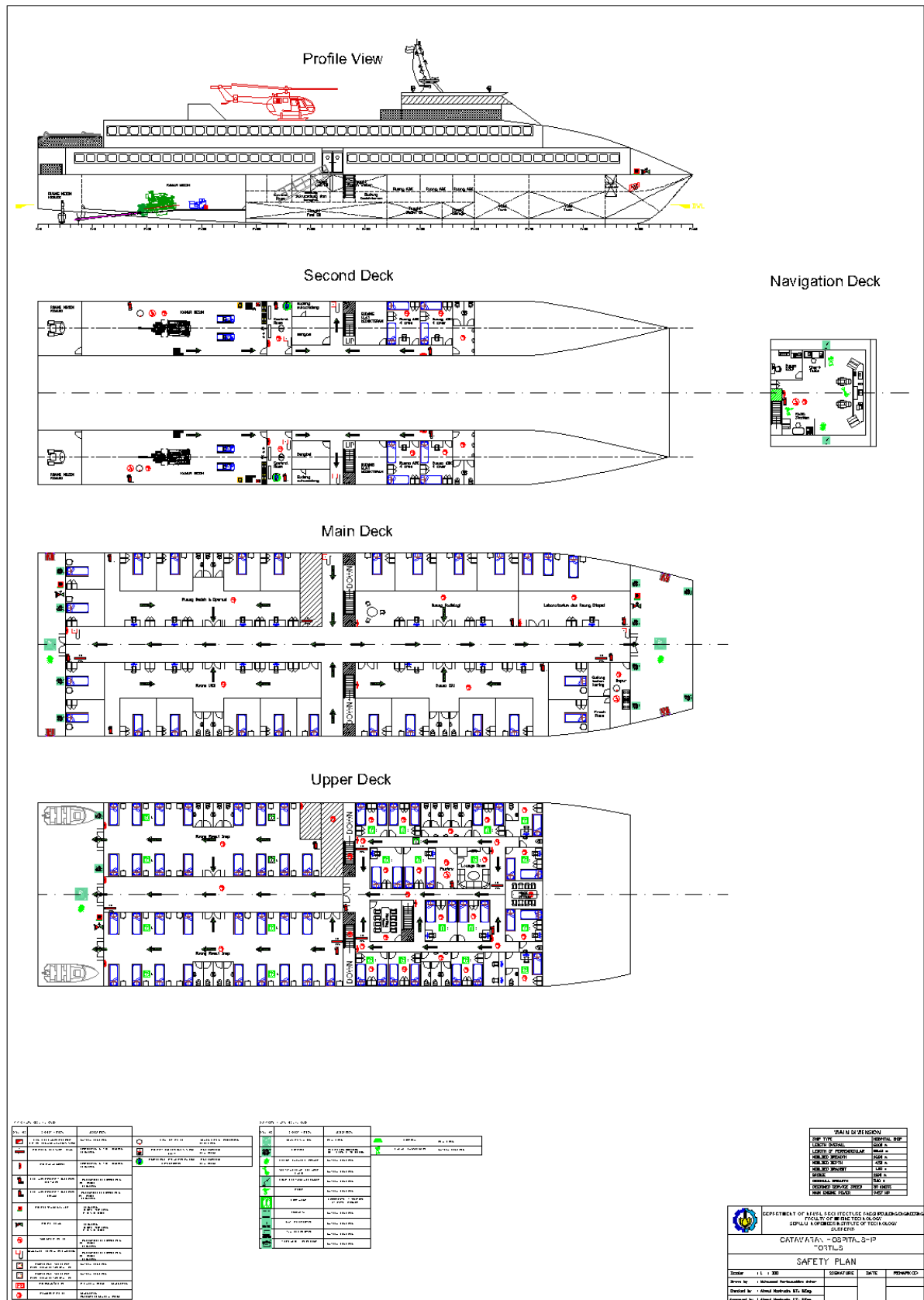
Pada kapal yang didesain menggunakan *portable fire extringuisher* berupa tabung APAR (alat pemadam api ringan) berisi *foam* dan *powder*. Sedangkan instalasi pemadaman tetap menggunakan CO₂ dan *fire hydrant*.



Gambar IV. 23 *Linesplan* Desain Catamaran Hospital Ship



Gambar IV. 24 General Arrangement Desain Catamaran Hospital Ship



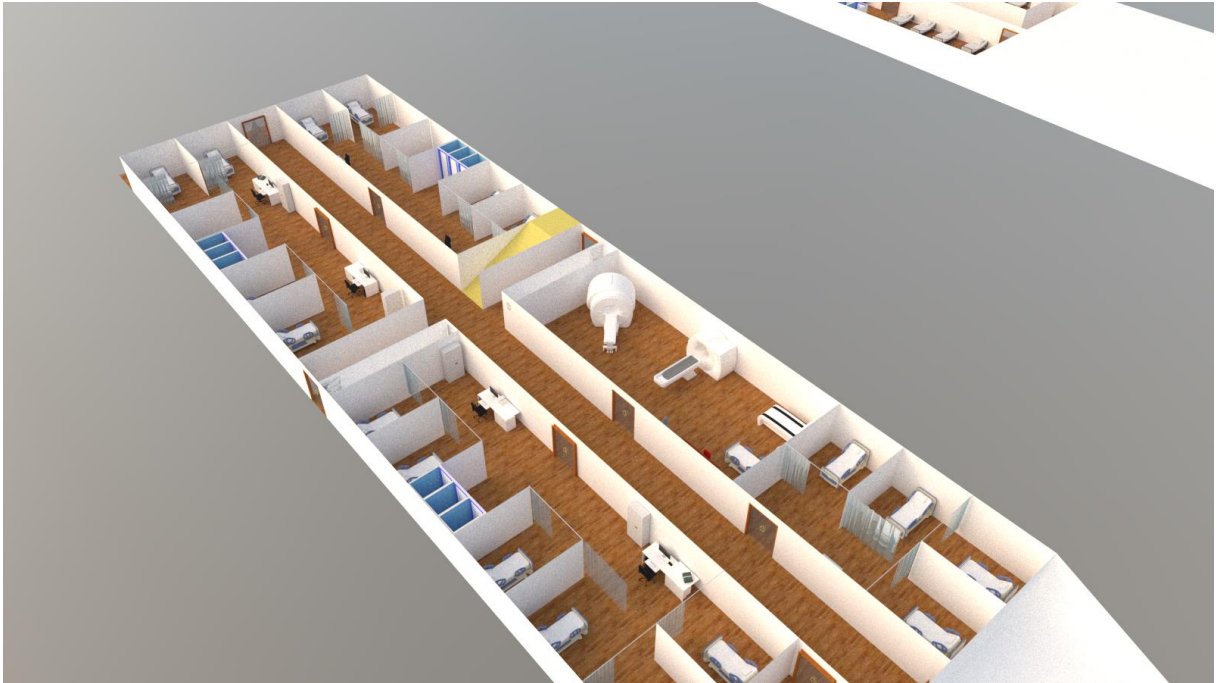
Gambar IV. 25 Safety Plan Desain Catamaran Hospital Ship



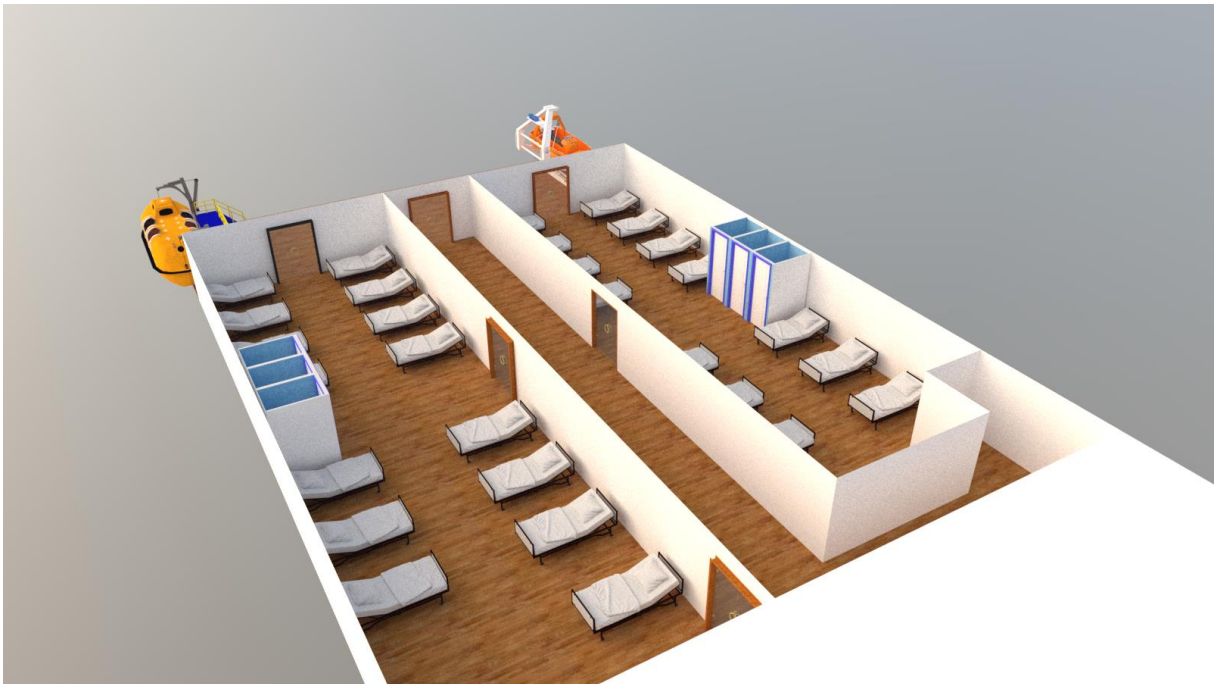
Gambar IV. 26 Gambar perspektif 3D *Catamaran Hospital Ship*



Gambar IV. 27 Gambar perspektif 3D *Catamaran Hospital Ship*



Gambar IV. 28 Desain *Interior Main Deck Catamaran Hospital Ship*



Gambar IV. 29 Desain *Interior Upper Deck Catamaran Hospital Ship*

IV.7. Alur Kegiatan Medis

Sub-bab ini menjelaskan secara lebih rinci mengenai skenario alur kegiatan medis yang ada di *Hospital Ship* ini, baik ketika pasien baru masuk kapal maupun kegiatan pengobatan yang ada di kapal.

Hospital Ship ini tugas utamanya rencananya adalah berkeliling di perairan Indonesia dan melakukan pelayanan kesehatan ke seluruh wilayah pesisir Indonesia. Selain itu kapal ini akan berfungsi sebagai armada tanggap bencana ketika terjadinya bencana alam maupun kecelakaan transportasi di perairan Indonesia.

IV.7.1. Alur Kedatangan Pasien

Hospital Ship ini akan beroperasi di seluruh perairan Indonesia dan akan menjangkau daerah-daerah atau pulau terpencil, maka perlu dipikirkan bagaimana alur calon pasien untuk naik ke atas kapal. Dari masalah tersebut, maka pembagian alurnya dibagi menurut daerah tempat kapal akan bersandar dan jenis misi yang sedang dilakukan oleh kapal. Pembagiannya adalah sebagai berikut:

1. Daerah kapal bisa merapat sampai pelabuhan:

Untuk daerah yang memiliki pelabuhan atau tempat yang cukup memadai untuk kapal bersandar baik itu kedalaman laut dan fasilitas sandarnya, maka alur masuk pasien cukup dengan menggunakan tangga untuk masuk ke kapal. Contoh gambar tangga yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah.



Sumber : <http://www.westernsafety.com/products/saferack2015/saferackpg20.html>

Gambar IV. 30 Tangga untuk naik ke atas kapal

Selanjutnya pasien tinggal masuk ke lobby dan melakukan pendaftaran disana untuk menerima perawatan medis yang diperlukan.

2. Daerah kapal tidak bisa merapat

Untuk daerah dimana kapal tidak bisa merapat, maka kapal terpaksa lego jangkar di laut sedekat mungkin dengan pesisir pantai. Setelah itu nantinya di dekat kapal akan disediakan ponton atau jembatan mengambang yang berfungsi sebagai tempat bersandar kapal-kapal warga yang mengangkut pasien dan mendekat ke *Hospital Ship* ini. Dari ponton lalu naik ke atas kapal menggunakan tangga dan selanjutnya alurnya seperti pada yang disebutkan diatas seperti contoh alur jenis pertama.



Sumber: gambar.google.com/tangga-apung-fungsional.html

Gambar IV. 31 Jembatan apung untuk akses ke kapal

3. Untuk misi evakuasi kecelakaan transportasi

Untuk misi evakuasi kecelakaan transportasi yang ada di perairan Indonesia, rencananya jika korban berada di lautan baik itu korban selamat maupun korban yang sudah meninggal, makan tubuh dari orang tersebut akan dibawa menggunakan *rescue boat* dan merapat ke lokasi *Hospital Ship* untuk mendapatkan penanganan langsung baik ke unit gawat darurat maupun ke ruang otopsi yang ada di *Hospital Ship*. Selain menggunakan *rescue boat*, proses evakuasi juga dapat dilakukan dengan menggunakan helikopter yang ada pada *Hospital Ship*, dengan jenis helikopternya adalah Airbus EC 135 yang biasa digunakan sebagai *ambulance helicopter* pada rumah sakit. Helikopter

jenis ini tidak memerlukan *platform* tambahan sebagai tempat untuk *landing*-nya dikarenakan *impact force* yang dihasilkan kecil dan tidak sebesar helikopter jenis Apache ataupun helikopter yang digunakan untuk kegiatan militer. Helikopter jenis ini dikenal sebagai helikopter paling efisien untuk tugas penyelamatan atau *rescue*, juga sebagai helikopter yang biasa digunakan pada kapal pribadi seperti *yacht* karena bobotnya yang dikenal ringan.



Sumber: airbushelicoptersinc.com/products/H135-specifications.asp

Gambar IV. 32 Helikopter tipe Airbus EC 135 sebagai *Ambulance Helicopter*

IV.7.2. Alur Pelayanan Medis

Hospital Ship yang didesain ini mempunyai 2 deck sebagai penyedia ruangan medis seperti Rumah Sakit pada umumnya. Pada deck pertama di main deck, terdapat ruangan-ruangan seperti ruang bedah & operasi, ruang UGD, ruang ICU, ruang radiologi, dan ruang otopsi yang bersama dengan laboratorium. Sedangkan pada deck kedua hanya terdapat ruang rawat inap yang dapat menampung sebanyak 32 pasien serta ruang akomodasi untuk crew dan tenaga medis yang bekerja.



Sumber: rumahku.com/tangga-disabilitas.html

Gambar IV. 33 Tangga jenis disabilitas untuk rumah sakit

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V ANALISIS EKONOMIS

V.I. Perhitungan Biaya Pembangunan Kapal

Biaya pembangunan kapal terdiri dari beberapa komponen, yaitu biaya pelat aluminium kapal, biaya peralatan yang digunakan, biaya motor kapal, dan sebagainya. Pada Tabel V.1 dibawah ini akan dijelaskan mengenai perhitungan biaya pembangunan kapal.

Tabel V. 1 Perhitungan harga pelat aluminium kapal

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 9 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat hull	38.79	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	25211.02	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat geladak	36.26	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	23569.02	USD
3	Konstruksi Lambung		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat konstruksi	15.009	ton
	Harga Konstruksi Lambung	9756.0	USD
4	Bangunan Atas		
	<i>(tebal pelat = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat bangunan atas	13.79	ton
	Harga Bangunan Atas Kapal	8964.52	USD
5	Elektroda		

(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal) Sumber: Nekko Steel-Aneka Maju.com		
Harga	2626	USD/ton
Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)	6.231	ton
Harga Elektroda	16362	USD
Total Harga Pelat Kapal	83863	USD

Tabel V. 2 Perhitungan harga *Equipment* dan *Outfitting*

No	Item	Value	Unit
1	Railing dan Tiang Penyangga		
	(pipa aluminium $d = 50 \text{ mm}$, $t = 3 \text{ mm}$)		
	Sumber: www.metaldepot.com		
	Harga	35.00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	116.00	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	4,060	USD
2	Atap Kapal		
	Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html		
	Harga	650.0	USD/m ²
	Luas atap kapal	1,918.52	m ²
	Harga Pelat	1,247,038	USD
3	Kaca		
	(kaca, $t = 5 \text{ mm}$)		
	Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/18mm-Thick-Tempered-Glass-Clear-Tempered_60457896457.html?spm=a2700.7724838.0.0.gwh07k&s=p		
	Harga	8.0	USD/m ²
	Luas kaca kapal	137.91	m ²
	Harga Kaca	1,103	USD
4	Kasur Rawat Inap		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	32	unit
	Harga per unit	580	USD
	Harga Total	18,560	USD
5	Ruang Operasi dan Bedah		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	6	unit
	Harga per unit	8,000	USD
	Harga Total	48,000	USD
6	Ruang Radiologi		
	Sumber: www.alibaba.com		
	Jumlah	4	unit

	Harga per unit	20,000	USD
	Harga Kursi	80,000	USD
7	Ruang ICU dan UGD		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	13	unit
	Harga per unit	2,000	USD
	Harga Kursi	26,000	USD
8	Instrumen Kedokteran Lainnya		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	10	unit
	Harga per unit	1,000	USD
	Harga Kursi	10,000	USD
9	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1,000	USD
	Harga jangkar	2,000	USD
10	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,600	USD
	Kompas	60	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	-Masthead Light	9.8	USD
	-Anchor Light	8.9	USD
	-Starboard Light	12	USD
	-Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	25,613	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	172	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga total	186	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set

	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	12,500	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	110	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD
	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19,500	USD
	Harga total	19,500	USD
	Prortable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	87	USD
	Harga total	174	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	33,542	
11	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Life Boat		
	Jumlah	2	
	Harga per unit	3,000	
	Harga Total	6,000	
	Life Raft		
	Jumlah	8	
	Harga per unit	1,500	
	Harga Total	12,000	
	Life Jacket		
	Jumlah	118	
	Harga per unit	10	
	Harga Total	1,180	
	Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	23,680	
Total Harga Equipment & Outfitting		1355596	USD

Tabel V. 3 Perhitungan harga komponen kelistrikan kapal

No	Item	Value	Unit
1	Inboard Motor		
	<i>(dua unit Inboard motor ABC)</i>		
	Jumlah inboard motor	2	unit
	Harga per unit	1445153	USD/unit

	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Inboard Motor	2891306	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	3,000	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	3,000	USD
3	Genset		
	<i>(4 unit Genset merk Caterpillar Tipe 3412C)</i>		
	Jumlah Genset	4	unit
	Harga per unit	100000	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Genset	401000	USD
	Total Harga tenaga penggerak	3295306	USD

Tabel V. 4 Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	83,863	USD
2	Equipment & Outfitting	1,355,596	USD
3	Tenaga Penggerak	3,295,306	USD
Total Harga (USD)		4,734,765	USD
Kurs Rp-USD (per 20 Mei 2017, BI)		13,328	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		63,104,947,692.88	Rp

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar 4.734.765 USD atau Rp. 63.104.947.692,88 dengan kurs yang didapat dari Bank Indonesia per 20 Mei 2017 adalah 1 USD = Rp. 13.328,-

Biaya pembangunan ini merupakan harga pokok produksi (*cost*). Selanjutnya untuk menentukan harga jual kapal (*price*) maka harga pokok produksi akan dikoreksi terhadap keuntungan galangan, pajak, dan kondisi ekonomi. Perhitungan koreksi keadaan ekonomi dapat dilihat pada Tabel V.5.

Tabel V. 5 Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan kapal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	3,155,247,384.64	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	1,262,098,953.86	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	6,310,494,769.29	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		10,727,841,107.79	Rp

Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari 3 komponen, yaitu keuntungan galangan kapal, biaya untuk inflasi, dan pajak pemerintah. Dari perhitungan di atas didapatkan besarnya tiap komponen antara lain sebagai berikut:

Keuntungan galangan = Rp 3.155.247.384,64

Inflasi = Rp 1.262.098.953,86

Pajak = Rp 6.310.494.769,29

Maka, harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut:

Harga jual (*price*) = Harga pokok produksi + Inflasi + Keuntungan Galangan + Pajak

Biaya pembangunan = **Rp. 73.754.788.800,67**

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1. Kesimpulan

Untuk mengatasi permasalahan seperti yang telah dibahas pada latar belakang diatas maka diperlukan suatu desain *Hospital Ship* yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan-permasalahan tersebut.

Berdasarkan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Catamaran Hospital Ship* yang akan dibangun akan melayani tiga daerah pembagian di Indonesia, yaitu wilayah Indonesia bagian barat dengan daerah pelayanan sepanjang Jakarta hingga Banda Aceh, wilayah Indonesia bagian tengah dengan daerah pelayanan sepanjang Surabaya hingga Tarakan, serta wilayah indonesia bagian timur dengan daerah pelayanan sepanjang Makasaar hingga Jayapura dengan transit pada kota Ambon untuk pengisian bahan bakar.
2. Fasilitas yang ada pada *Catamaran Hospital Ship* ini antara lain adalah Ruang Perawatan yang mampu menampung hingga 32 pasien, Ruang Operasi yang dapat menampung hingga 6 pasien, Ruang UGD serta Ruang ICU yang masing-masing dapat menampung sebanyak 6 pasien, Ruang Radiologi yang dapat menampung 4 pasien, dan Laboratorium serta Ruang Otopsi yang dapat menampung 4 pasien.
3. Didapatkan ukuran utama kapal, yaitu:
 - Loa = 60 meter
 - Lwl = 57.6 meter
 - B = 16.8 meter
 - B₁ = 5 meter
 - H = 4.5 meter
 - T = 1.8 meter
 - S = 11.8 meter
 - V_s = 30 knots
 - Crew = 16 person

- Passenger = 100 person
 - Cb = 0.546
 - Materials = Alumunium
4. Rencana garis (*lines plan*), rencana umum (*general arrangement*) dan *safety plan arrangement Hospital Ship* dapat dilihat dilampiran.
 5. Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa biaya pembangunan kapal adalah sebesar Rp. 73.754.788.800,67 dimana biaya tersebut sudah termasuk harga pokok produksi ditambah biaya inflasi serta keuntungan galangan dan biaya pajak yang berlaku.

VI.2. Saran

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan estimasi dan pendekatan, maka untuk menyempurnakan Tugas Akhir “*Desain Hospital Ship Dengan Lambung Katamaran Untuk Perairan Indonesia*” ini terdapat beberapa saran sebagai berikut:

1. Perhitungan berat konstruksi kapal untuk diperinci agar mendekati dengan keadaan sesungguhnya.
2. Perlu adanya pendalaman materi mengenai desain kapal berbahan aluminium, karena didalam perkuliahan sebagian besar diajarkan desain kapal berbahan baja.
3. Perlu dilakukan pemeriksaan material konstruksi lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan struktur konstruksi kapal, terutama kapal berbahan aluminium.
4. Perlu dilakukan perhitungan biaya pembangunan kapal yang lebih akurat, seperti biaya pekerja, material dan waktu pembangunan kapal.
5. Perlu dilakukan perhitungan berat peralatan medis rumah sakit yang lebih mendetail, karena pada Tugas Akhir ini hanya sebatas garis besar.

DAFTAR PUSTAKA

- 2000 HSC Code. 2008. *International Code of Safety for High-Speed Craft*.
- Intact Stability (IS) Code. *Intact Stability for All Types of Ships Covered By IMO Instruments Resolution A.749 (18)*.
- International Maritime Organization (IMO). 2007. *Revision of the Intact Stability Code*.
- Kurniawati, Hesty Anita. 2015. *Ship Outfitting*. Surabaya: Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kurniawati, Hesty Anita. 2015. *Statutory Regulations*. Surabaya: Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Latrash, F., Conner, B & Novak, D. 2011. *Advantages of Aluminum in Marine Applications*. American Bureau of Shipping.
- Lloyd's Register. 2016. *Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft*. London: Lloyd's Register.
- Molland, M., & Insel, A. F. 1992. *An Investigation Into the Resistance Components of High Speed Displacement Catamarans*. RINA.
- Manen, J. D., & Oossanen, P. V. 1988. *Principles of Naval Architecture*. In E. V. Lewis, *Principles of Naval Architecture Second Revision (p. 153)*. Jersey City: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
- Parsons, M. G. 1999. *Parametric Design*. Cambridge: SNAME.
- Purwonugraho, Wasis. 2015. *Desain Hospital Ship (Kapal Rumah Sakit) Untuk Perairan Indonesia*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974/1978.
- Sahoo, P.K, Salas, M. & Schwetz, A. 2007. *Practical Evaluation of Resistance of HighSpeed Catamaran Hull Forms-Part 1*. Australia: Australia Maritime College.
- Santosa, I Gusti Made. 1999. *Diktat Kuliah Perencanaan Kapal*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- SOLAS Chapter III-Life-saving appliances and arrangements. (n.d.).

- Satriawansyah, Hamzah. 2016. *Desain Kapal Penumpang Katamaran Untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi-Pelabuhan Benoa*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Taggart, Robert. 1980. *Ship Design and Construction*. New York.
- Tarjan, Gregor. 2008. *Catamarans: The Complete Guide for Cruising Sailors*. Adlard Coles Nautical.
- Watson, D. 1998. *Practical Ship Design* (Vol.1). (R. Bhattacharyya, Ed). Oxford: Elsevier.
- Watson, D. G., & Gilfillan, A. W. 1977. *Parametric Design*. Oxford: Transaction RINA.
- Wikipedia. 2017. Catamaran. Retrived January 2017, from Wikipedia:
<https://id.wikipedia.org/wiki/Katamaran>
- Wikipedia. 2017. KRI Dr. Soeharso. Retrived January 2017, from Wikipedia:
[https://id.wikipedia.org/wiki/KRI_DR_Soeharso_\(990\)](https://id.wikipedia.org/wiki/KRI_DR_Soeharso_(990))
- Wikipedia. 2017. Rumah Sakit. Retrived January 2017, from Wikipedia:
https://id.wikipedia.org/wiki/Rumah_sakit

LAMPIRAN

LAMPIRAN A: PERHITUNGAN TEKNIS DESAIN *HOSPITAL SHIP*

**LAMPIRAN B: PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN
*HOSPITAL SHIP***

**LAMPIRAN C: *LINESPLAN, GENERAL ARRANGEMENT, &
SAFETY PLAN***

LAMPIRAN D: DESAIN 3D CATAMARAN *HOSPITAL SHIP*

LAMPIRAN A
PERHITUNGAN TEKNIS DESAIN *HOSPITAL SHIP*

Output Ukuran Utama dan Perhitungan Koefisien

Ukuran Utama

Loa	=	60.000 m	(didapatkan dari model di <i>maxsurf</i>)	
Lwl	=	57.600 m		
B	=	16.800 m	Jarak pelayaran = 1200 nautical miles	
B ₁	=	5.000 m	(Ambon - Jayapura)	
H	=	4.500 m		
T	=	1.800 m		
S	=	11.800 m		
V _{max}	=	30.000 knot	=	15.432 m/s
V _s	=	28.000 knot	=	14.403 m/s
g	=	9.81 m/s ²		

Batasan Perbandingan Ukuran Utama

L/B ₁	=	12.00	; Sahoo, Browne & Salas (2004)	→	10 < L/B ₁ < 15
B/H	=	3.733	; Insel & Molland (1992)	→	0.7 < B/H < 4.1
S/L	=	0.197	; Insel & Molland (1992)	→	0.19 < S/L < 0.51
S/B ₁	=	2.360	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < S/B < 4.1
B ₁ /T	=	2.778	; Insel & Molland (1992)	→	0.9 < B/T < 3.1
B ₁ /B	=	0.298	; Multi Hull Ships, hal. 61	→	0.15 < B ₁ /B < 0.3
CB	=	0.549	; Insel & Molland (1992)	→	0.36 < CB < 0.59

Perhitungan Koefisien dan Ukuran Utama Lainnya

1. Displasement

Dari artikel yang ditulis oleh Terho Harme,
Diperoleh total Displacement kapal katamaran:
 $\Delta = 608.000 \text{ ton}$

2. Volume Displasemen

$$\begin{aligned} \nabla_t &= \Delta / \rho \\ &= 593.171 \text{ m}^3 \\ \text{volume displacement untuk 1 hull adalah} \\ \nabla &= 296.585 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Koefisien Blok

Ref: (Practical Evaluation Of Resistance Of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part 1)

$$\begin{aligned} C_B &= \nabla / (L \cdot B_1 \cdot T) \\ &= 0.549 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Froude Number

Ref: (PNA vol.2 hal 54)

$$\begin{aligned} Fn &= V_s / \sqrt{g \cdot L} \\ Fn &= 0.636 \end{aligned}$$

5. Koefisien Luas Midship

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$\begin{aligned} C_M &= A_M / (T \cdot B_M) \\ A_M &= 6.778 \text{ m}^2 \text{ (luas station midship setinggi sarat)} \\ B_M &= 5.000 \text{ m (lebar lambung midship setinggi sarat)} \\ C_M &= 0.753 \end{aligned}$$

6. Koefisien Prismatic

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$\begin{aligned} C_p &= \nabla / (A_S \cdot L_{WL}) \\ A_S &= 6.778 \text{ m}^2 \\ &\text{(luas station terluas setinggi sarat)} \\ &= 0.760 \end{aligned}$$

7. Koefisien Bidang Garis Air

Ref: www.catamaransite.com/catamaran_hull_design_formulas.html

$$\begin{aligned} C_{WP} &= A_{WP} / (B_{WL} \cdot L_{WL}) \\ A_{WP} &= 259.626 \text{ m}^2 \\ B_{WL} &= 5.000 \text{ m} \\ &= 0.901 \end{aligned}$$

8. Panjang Garis Air

$$\begin{aligned} L_{wl} &= \\ &\text{(didapat dari Maxsurf)} \\ &= 57.600 \text{ m} \end{aligned}$$

Faktor	Nilai	Satuan	Formula
Displacement (Δ)	608.000	ton	Diperoleh dari model di <i>maxsurj</i>
Vol Displacement (∇_t)	593.171	m3	Δ/ρ
C_B	0.549		$\nabla / (L.B_1.T)$
F_n	0.636		$V_s/v(g.L_{pp})$
C_M	0.753		$A_M/(T.B_M)$
C_P	0.760		$\nabla / (A_S.L_{WL})$
C_{WP}	0.901		$A_{WP}/(B_{WL}.L_{WL})$

Perhitungan Hambatan

Ukuran Utama

L_{wl}	=	57.600	m
L_{pp}	=	57.600	m
B	=	16.800	m
B1	=	5.000	m
H	=	4.500	m
T	=	1.800	m
S	=	11.8	m
C_B	=	0.549	
C_M	=	0.753	
C_P	=	0.760	
C_{WP}	=	0.901	
Fn	=	0.636	
V_{max}	=	15.43	m/s
V_s	=	14.40	m/s

Dari Paper M. Insel, Ph.D dan A.F. Molland, M.Sc. Ph.D.,C.Eng. Didapat rumus tahanan total untuk katamaran adalah sbb :

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times 2 C_{tot} \quad N$$

Dimana

ρ	=	massa jenis fluida	=	1025	kg/m ³
WSA	=	luas permukaan basah			
V	=	kecepatan kapal	=	15.432	m/s
C_{tot}	=	koefisien hambatan total			

$$C_{tot} = (1+\beta k) * C_f + \tau * C_w$$

Dimana

$(1+\beta k)$	=	Catamaran Viscous Resistance Interference
C_f	=	Viscous Resistance
τ	=	Catamaran Wave Resistance Interference
C_w	=	Wave Resistance

Perhitungan

1. Viscous Resistance (ITTC 1957)

● C_F

$$R_n = \frac{L_{wl} \cdot V_s}{\dots} =$$

$$\begin{aligned}
 v &= 748022990.6 \\
 v &= \text{Viskositas Kinematis} \\
 &= 0.075 / ((\log Rn - 2))^2 \\
 C_F &= \\
 &= 0.0016
 \end{aligned}$$



$1 + \beta k_1$ (Catamaran Viscous Resistance Interference)

Untuk model kapal dengan bentuk Round Bilge hull sebagai side hull, maka harga $(1 + \beta k)$ dapat ditentukan dari interpolasi harga β dan $(1 + k)$ dari model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 S/B1 &= 2.36 \\
 L/B1 &= 11.52
 \end{aligned}$$

(variation of viscous interference factor with S/B1 from insel - molland)

		S/B1				
		1	2	3	4	5
β	L/B1	7	9	11	13	15
	7	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
	9	1.6	1.57	1.54	1.52	1.5

		S/B1		
		2	3	2.36
β	9	1.57	1.54	1.56
	11	2.32	2.29	2.31

untuk harga L/B1 = 9
untuk harga L/B1 = 11

		L/B1		
		9	11	11.52
β	2.36	1.56	2.31	2.50

Sehingga nilai β yang diambil adalah = 2.50

Sedangkan untuk harga faktor bentuk monohull dengan $(1 + k)$ didapat dari interpolasi sebagai berikut :

(table II derived from factors for the models in monohull configuration)

Model	C4	C5	
L/B1	9	11	11.52
(1+k)	1.3	1.17	1.14

Sehingga nilai $(1+k)$ yang diambil adalah $= 1.14$

$$\begin{aligned} \text{maka: } (1+\beta k) &= (\beta \times (1+k)) - \beta + 1 \\ (1+\beta k) &= 1.34 \end{aligned}$$

2. Catamaran Wave Resistance Interference (τ)

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga (τ) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S/L &= 0.205 \\ L/B1 &= 11.520 \\ Fn &= 0.636 \end{aligned}$$

(wave resistance interference factor)					
		(S/L) ₁ = 0.2		(S/L) ₂ = 0.3	
		Fn		Fn	
		0.6	0.7	0.6	0.7
τ		1.6	1.25	1.2	1.05
		1.3	1.07	1.23	1.2
				L/B1	
				9	
				11	

		$(S/L)_1 = 0.2$			$(S/L)_2 = 0.3$		
		Fn			Fn		
		0.6	0.7	0.636	0.6	0.7	0.636
τ		1.6	1.25	1.473718	1.2	1.05	1.145879241
		1.3	1.07	1.217015	1.23	1.2	1.219175848

Fn	0.636	0.636	0.636
S/L	0.2	0.3	0.204861
τ	1.4737182	1.1458792	1.457782
	1.2170148	1.2191758	1.21712

untuk harga L/B1 = 9
untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.636	0.636	0.636
S/L	0.2048611	0.2048611	0.204861
L/B1	9	11	11.52
τ	1.458	1.217	1.155

Sehingga nilai τ yang diambil adalah $= 1.155$

2. Wave Resistance (Cw)

Untuk model kapal dengan bentuk *Round Bilge hull* sebagai *side hull*, maka harga (Cw) dapat ditentukan dari interpolasi model yang diperoleh oleh Insel - Molland sebagai berikut :

$$L/B1 = 11.52$$

$$Fn = 0.636$$

(wave resistance factor)			
m17 m9	Cw	Fn	
		0.6	0.7
		0.003	0.0025
		0.0019	0.0017
		L/B1	
		9	
		11	

Cw	Fn		
	0.6	0.7	0.636
	0.003	0.0025	0.0028196
	0.0019	0.0017	0.0018278

untuk harga L/B1 = 9
untuk harga L/B1 = 11

Fn	0.636	0.636	0.636
L/B1	11	12	11.52
Cw	0.0028196	0.001828	0.0023039

Sehingga nilai Cw yang diambil adalah = 0.0023039

$$C_{tot} = (1+\beta k) \cdot C_f + \tau \cdot C_w$$

$$C_{tot} = 0.0047886$$

$$WSA = (\tilde{N} / B_1) ((1.7 / (C_b - (0.2(C_b - 0.65)))) + (B_1 / T)) \quad m^2$$

(Ref: Practical Evaluation of Resistance of High-Speed Catamaran Hull Forms-Part I)

Wetted Surface Area:

$$S = 1.7LT + \frac{V}{T} m^2 \text{ as per Mumford}$$

$$S = \frac{V}{B} \left[\frac{1.7}{C_B - 0.2(C_B - 0.65)} + \frac{B}{T} \right] m^2$$

$$WSA = 341.87107 \quad m^2 \quad \text{untuk satu lambung}$$

Karena katamaran memiliki 2 lambung, maka WSA-nya adalah

WSA

$$total = 683.74215 \quad m^2$$

$$R_t = 0.5 \times \rho \times WSA \times V^2 \times C_{tot}$$

$$R_t = 399612.4 \quad N$$

$$R_t = 399.61 \quad KN$$

Perhitungan Propulsi dan Daya Mesin

Input Data

L_{WL}	=	57.600	m	
T	=	1.800	m	
B	=	16.800		
C_B	=	0.549		
V_{max}	=	15.432	m/s	
V_s	=	14.403	m/s	
D	=	0.6 T		(asumsi) ; Diameter (0.6 s.d. 0.65) · T
	=	1.080	m	
P/D	=	1		(asumsi) ; Pitch Ratio (0.5 s.d. 1.4)
z	=	4	blade	(asumsi) ; Jumlah Blade
A_E/A_0	=	0.4		(asumsi) ; Expanded Area Ratio
R_t	=	399.612	kN	
LCB	=	-0.939	m dari midship	(Didapatkan dari model di maxsurf)

Perhitungan Awal

$1+\beta_k$	=	1.341		
C_F	=	$0.075/[(\log_{10} R_n - 2)]^2$		(ITTC 1957)
	=	0.002		
T/L_{wl}	=	0.031		
C_A	=	$0.006 (L_{WL} + 100)^{-0.16} - 0.00205$		untuk $T/L_{wl} > 0.04$ (ref : PNA vol.II, hal.93)
C_A	=	0.001		
C_V	=	$(1+\beta_k) \cdot C_F + C_A$		(ref : PNA vol.II, hal.162)
	=	0.003		
w	=	$0.30.3095 C_b + 10 C_v C_b - 0.23 D/\sqrt{(BT)}$		untuk twin screw (ref : PNA vol.II, hal.163)
	=	0.135		
t	=	$0.325 C_b - 0.1885 D/\sqrt{(BT)}$		(ref : PNA vol.II, hal.163)
	=	0.141		
V_a	=	Speed of Advance		
	=	$V \cdot (1-w)$		(ref : PNA vol.II, hal.146)
	=	13.353		

Effective Horse Power (EHP)

EHP	=	$R_t \cdot V$		(ref : PNA vol.II, hal.153)
	=	6166.819	kW	1 HP = 0.736 kW
	=	8378.8295	HP	

Propulsive Coefficient Calculation

η_H	=	Hull Efficiency		(ref : PNA vol.II, hal.152)
	=	$((1-t))/((1-w))$		
	=	0.9922		

$$\begin{aligned}
 \eta_o &= \text{Open Water Test Propeller Efficiency} && (\text{diasumsikan}) \\
 &= 0.57 && (\text{asumsi berdasarkan hasil percobaan open water test propeller pada umumnya}) \\
 \\
 \eta_R &= \text{Rotative Efficiency} && (\text{ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 180}) \\
 &= 0.9737 + 0.111(\text{CP} - 0.0227 \text{ LCB}) - 0.06327 \text{ P/D} \\
 &= 0.997 && 0.97 \leq \eta_r \leq 1.07 \\
 \\
 \eta_D &= \text{Quasi-Propulsive Coefficient} && (\text{ref : PNA vol.II, hal.153}) \\
 &= \eta_H \cdot \eta_O \cdot \eta_r \\
 &= 0.564
 \end{aligned}$$

Delivery Horse Power (DHP)

$$\begin{aligned}
 \text{DHP} &= \text{EHP} / \eta_D && (\text{ref : Ship Resistance and Propulsion modul 7 hal 179}) \\
 &= 10935.968 \quad \text{kW}
 \end{aligned}$$

Brake Horse Power Calculation (BHP)

$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \text{DHP} + (\text{X\% DHP}) \\
 \text{X\%} &= \text{Koreksi daerah pelayaran wilayah Asia Timur antara 15\%-20\% DHP} \\
 \text{X\%} &= 15\% && (\text{Parametric Design Chapter 11, hal 11-29}) \\
 \text{BHP} &= \mathbf{12576.364 \quad kW} \\
 \text{BHP} &= \mathbf{17087.451 \quad HP} && 1 \text{ HP} = 0.736 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Karena Kapal Twin Screw, Power dibagi 2


$$\begin{aligned}
 \text{BHP} &= \mathbf{6288.182 \quad kW} \\
 \text{BHP} &= \mathbf{8543.725 \quad HP}
 \end{aligned}$$


Pemilihan Mesin Induk




MCR MESIN

BHP = 6288.18 kW
= 8543.73 HP

Menggunakan 2 mesin induk

[Home](#) [Marine](#) [Oil & Gas](#) [Energy](#) [Services](#) [Products](#) [Resources](#)

Search 



Wärtsilä 32

The Wärtsilä 32 was developed in response to a need in the market for a new engine in the 320 mm cylinder bore class and since 1998 more than 2500 of these engines have been sold to the marine market, in total more than 4500 Wärtsilä 32 bore engines have been delivered to the marine market since the 1980s.

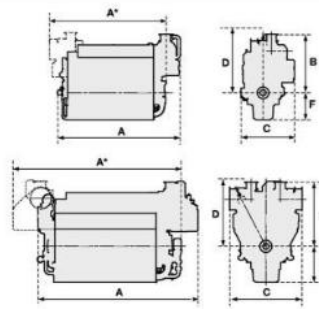
Based on the latest achievements in combustion technology, it is designed for efficient and easy maintenance in combination with long maintenance-free operating periods. The engine is fully equipped with all essential ancillaries and a thoroughly planned interface to external systems.

The Wärtsilä 32 engine is fully compliant with the IMO Tier II exhaust emissions regulations set out in Annex VI of the MARPOL 73/78 convention.

[DOWNLOAD WÄRTSILÄ 32 BROCHURE](#)[DOWNLOAD WÄRTSILÄ 32 PRODUCT GUIDE](#)

Wärtsilä 32		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	320 mm	Fuel specification:	
Piston stroke	400 mm	Fuel oil	700 cSt/50°C
Cylinder output	580 kW/cyl		7200 sR1/100°F
Speed	750 rpm	ISO 8217	
Mean effective pressure	28.9 bar	category ISO-F-RMK 700	
Piston speed	10.0 m/s	SFOC 178,8 g/kWh at ISO cond.	

Dimensions (mm) and weights (tonnes)								
Engine type	A*	A	B*	B	C	D	F	Weight
6L32	4980	5 325	2560	2 240	2380	2345	1155	35.4
8L32	5960	6 379	2360	2 325	2 610	2345	1155	43.6
9L32	6450	6 869	2360	2 325	2 610	2345	1155	49.2
12V32	6935	6 865	2715	2 375	2 900	2120	1475	56.9
16V32	8060	7 905	2480	2 570	3 325	2120	1475	71.7



* turbocharger at flywheel end

Definitions and notes

Rated power	
Engine type	580 kW/cyl
6L32	3 480
8L32	4 640
9L32	5 220
12V32	6 960
16V32	9 280

Mesin Utama

Merek :	Wärtsilä		
Type :	Wärtsilä 32 - 12V32		
Jumlah Silinder :	12		
Konfigurasi :	Linear		
Daya :	6960	kW	1 HP = 0.736 kW
	9457	HP	
Putaran Mesin :	750	rpm	

Dimensi Mesin

L :	5935	mm
B :	3020	mm
H :	3275	mm

Berat Mesin

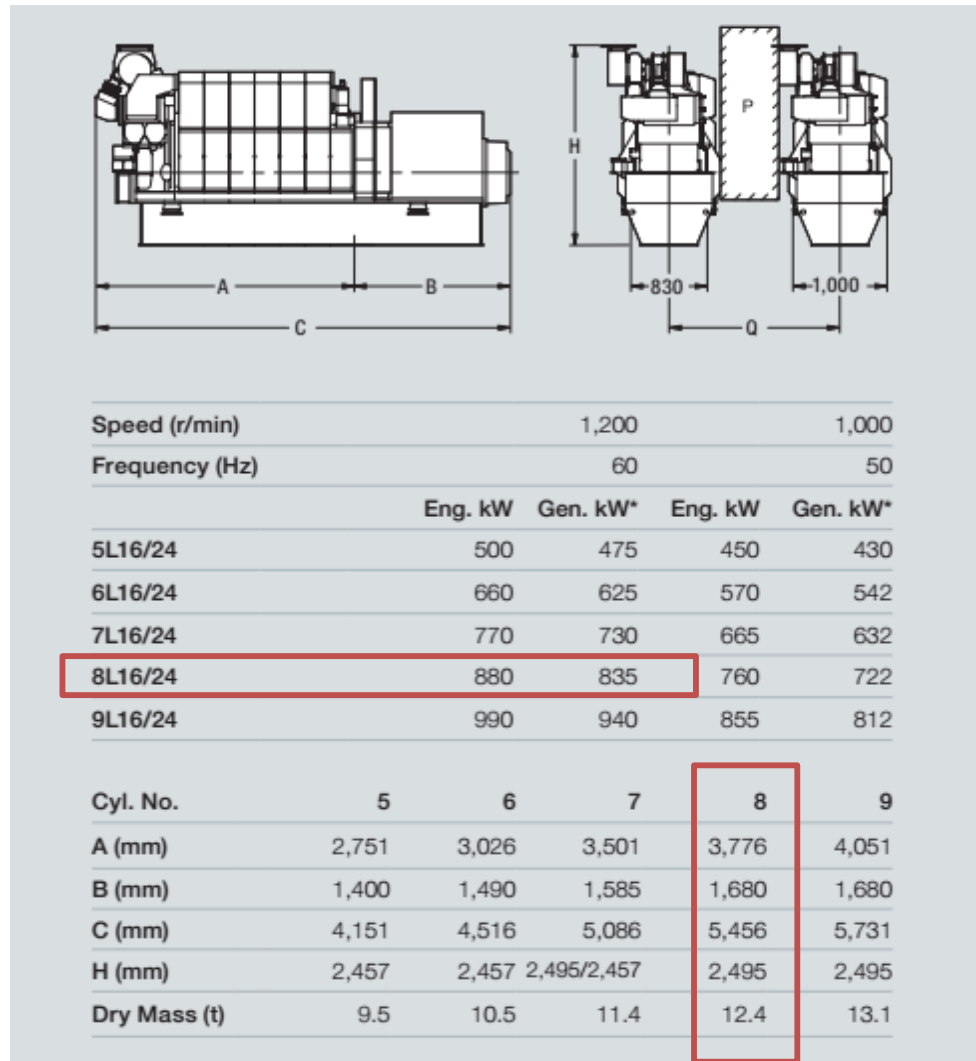
1 mesin :	56900	kg
2 mesin :	113800	kg

Fuel Oil :	183	g/kWh
	135	g/BHPH

Lubricating Oil :	0.5	g/kWh
-------------------	-----	-------

Penentuan Genset

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Genset} &= 25\% \text{ daya mesin induk} \\
 &= 1572.045 \quad \text{kW} \\
 &= 2135.931 \quad \text{HP}
 \end{aligned}$$



Genset		
Merek	MAN Diesel & Turbo	
Type	8L16/24	
Jumlah Silinder	8	
Konfigurasi	In-Line	
Daya	835	kW
	1135.282	HP
Putaran Mesin	1200	rpm
Dimensi Genset		
L =	5086	mm
B =	1320	mm
H =	2457	mm
Berat Genset		
1 genset =	12400	kg
4 genset =	49600	kg

Fuel Oil	=	185.8	g/kWh
	=	136.7	g/BHPH
Lubricating Oil	=	0.35	g/kWh

Fuel Oil Consumption

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 6960 & \text{kW} \\ \text{bME} &= 183 & \text{g/kWh} \\ S &= 1200 & \text{nm} \\ V &= 30 & \text{knots} \\ c &= 1.5 & \text{(reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{\text{HFO}} = \text{BHPME} \times \text{bME} \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{\text{HFO}} = 76.421 \quad \text{ton}$$

$$W_{\text{HFO}} = 152.8416 \quad \text{ton} \quad \text{konsumsi fuel oil untuk 2 mesin}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{HFO}} &= (W_{\text{DO}} / \rho) + 2\% & ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\ V_{\text{HFO}} &= 157.473 \quad \text{m}^3 & \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\ & & \text{dan } \rho = 0.99 \end{aligned}$$

Diesel Oil Consumption

$$C_{\text{DO}} = 0.15 \quad \text{Diktat IGM Santosa hal 38, (0.1 ~ 0.2)}$$

$$W_{\text{DO}} = W_{\text{FO}} \cdot C_{\text{DO}}$$

$$W_{\text{DO}} = 11.463 \quad \text{ton}$$

$$W_{\text{DO}} = 45.852 \quad \text{ton} \quad \text{konsumsi diesel oil untuk 4 genset}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{DO}} &= (W_{\text{DO}} / \rho) + 2\% & ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\ V_{\text{DO}} &= 55.023 \quad \text{m}^3 & \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\ & & \text{dan } \rho = 0.85 \end{aligned}$$

Lubricating Oil Consumption

Main Engine

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 6960 & \text{kW} \\ \text{bME} &= 0.5 & \text{g/kWh} \\ S &= 1200 & \text{nm} \\ V &= 30 & \text{knots} \\ c &= 1.5 & \text{(reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{\text{LO}} = \text{BHPME} \times \text{bME} \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{\text{LO}} = 0.209 \quad \text{ton}$$

$$W_{\text{LO}} = 0.418 \quad \text{ton} \quad \text{konsumsi lub oil untuk 2 mesin}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{LO}} &= (W_{\text{DO}} / \rho) + 2\% & ; \text{Diktat IGM Santosa Penambahan 2\% untuk} \\ V_{\text{LO}} &= 0.473 \quad \text{m}^3 & \text{konstruksi dan 2\% untuk ekspansi panas} \\ & & \text{dan } \rho = 0.9 \end{aligned}$$

Auxiliary Engine

$$\begin{aligned} \text{BHP} &= 835 & \text{kW} \\ \text{bAE} &= 0.35 & \text{g/kWh} \\ S &= 1200 & \text{nm} \\ V &= 30 & \text{knots} \\ c &= 1.5 & \text{(reserved correction (1.3-1.5))} \end{aligned}$$

$$W_{Lo} = BHPME \times bME \times (S/Vs) \times 10^{-6} \times c$$

$$W_{Lo} = 0.018 \text{ ton}$$

$$W_{Lo} = 0.035 \text{ ton} \quad \text{konsumsi lub oil untuk 2 genset}$$

$$V_{Lo} = (W_{Do} / \rho) + 2\%$$

$$V_{Lo} = 0.040 \text{ m}^3$$

; Diktat IGM Santosa Penambahan 2% untuk konstruksi dan 2% untuk ekspansi panas dan $\rho = 0.9$

Fresh Water

Kebutuhan air bersih pada kapal penumpang berbeda dengan kapal niaga pada umumnya
Oleh karena itu kebutuhan air setiap orang diasumsikan sebanyak 15 liter / orang

15 liter untuk 116 orang (100 penumpang, 16 crew)

1770 liter untuk 1 kali trip (makassar - ambon - jayapura)

3540 liter/ return trip

Berat air tawar untuk pendingin mesin

$$W_{fw} = C_{fw2} \times BHP$$

Ref: (Paper Tugas Akhir Andy Wibowo, halaman 51)

Dimana ; = Koefisien pemakaian air tawar untuk mesin (2-5 kg / HP)

$$C_{fw2} = 2.000 \text{ kg / HP}$$

Sehingga ; = 18.913 ton

$$W_{fw} = 37.826 \text{ ton} \quad >>>> \quad 2 \text{ mesin}$$

Untuk cadangan air tawar, maka W_{fw} ditambah 10%

$$W_{fw} = 41.609 \text{ ton}$$

Beban Pada Lambung

Ukuran utama *Hospital Ship Catamaran*

Lwl	=	57.6	m	L konstruksi			
L	=	57.6	m	Lpp	=	57.6	m
B	=	16.8	m	0.96 Lwl	=	55.30	m
T	=	1.8	m	0.97 Lwl	=	55.87	m
H	=	4.5	m	Yang diambil :			
C _B	=	0.549		L konstruksi	=	55.87	m

X_{wl} = longitudinal distance, in metres, measured forwards from the aft end of the L_{WL} to the position or centre of gravity of the item being considered

z = vertical distance, in metres, from the baseline to the position of centre of gravity of the item being considered. z is positive above the baseline

z_k = vertical distance of the underside of the keel above the baseline

T_x = local draught to operating waterline at longitudinal position under consideration
 measured above the baseline is to be taken as the horizontal plane passing through the bottom of the moulded hull at midships

Pressure on the Shell Envelope

$$P_s = P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k$$

$$P_s = P_d \quad \text{at } z = T_x + z_k + H_w$$

$$P_s = 0.5P_d \quad \text{at } z \geq T_x + z_k + 1.5 H_w$$

Symbols

H_w is the nominal wave limit height

P_d is the weather deck pressure

P_h is the hydrostatic pressure

P_w is the hydrodynamic wave pressure

P_h and P_w are to be derived at the appropriate vertical position, z

$$T_x + Z_k = T$$

$$T_x + Z_k = 1.80 \quad \text{m}$$

$$T_x + z_k + H_w$$

$$H_w = 2H_{rm} \quad \text{m}$$

$$H_{rm} = C_{w,min} \left(1 + \frac{k_r}{(C_b + 0.2)} \left(\frac{x_{wl}}{L_{WL}} - x_m \right)^2 \right)$$

$$C_{w,min} = C_w / k_m$$

$$k_m = 1 + \frac{k_r (0.5 - x_m)^2}{C_b + 0.2}$$

$$x_m = 0.45 - 0.6Fn \text{ but not less than } 0.2$$

$$C_w = \text{wave head, in meters}$$

$$= 0.0771 L_{WL} (C_b + 0.2)^{0.3} e^{(-0.0044 L_{WL})}$$

$$C_w = 3.16 \quad \text{m}$$

$$x_m = 0.286$$

$$k_m = 1.156 \quad ; k_r = 2.55$$

$$C_{w,\min} = 2.74$$

$$H_{rm} = 11.09 \quad ; x_{wl} = 22 \text{ m}$$

$$H_w = 22.18 \quad \text{m}$$

$$T_x + z_k + H_w = 23.98$$

$$T_x + z_k + 1.5 H_w = 35.08$$

Hydrostatic Pressure

$$\begin{aligned} P_h &= 10(T_x - (z - z_k)) \quad \text{kN/m}^2; & T_x &= 1.8 \\ &= 17 \quad \text{kN/m}^2 & z_k &= 0 \\ & & z &= 0.1 \end{aligned}$$

Hydrodynamic Wave Pressure

$$\begin{aligned} P_w &= P_m \quad \text{or} \\ &= P_p \quad \text{is to be taken as the greater} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_m &= 10 f_z H_{rm} \quad \text{kN/m}^2 \quad ; \text{where} & f_z &= \text{The vertical distribution factor} \\ P_m &= 92.237 \quad \text{kN/m}^2 & &= k_z + (1 - k_z) \left(\frac{z - z_k}{T_x} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_z &= e^{-u} \\ u &= \left(\frac{2\pi T_x}{L_{WL}} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u &= 0.20 \\ k_z &= 0.82 \\ f_z &= 0.83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_p &= 10 H_{pm} \quad \text{kN/m}^2 \quad ; \text{where} & f_L &= 0.3 \text{ for } L_{WL} > 50 \\ &= 22.768 \quad \text{kN/m}^2 & &= 0.3 \end{aligned}$$

$$H_{pm} = 1.1 \left(\frac{2x_{wl}}{L_{WL}} - 1 \right) \sqrt{L_{WL}}$$

$$\begin{aligned} &= 0 \quad \text{but not less than} \\ f_L \sqrt{L_{WL}} &= 2.277 \end{aligned}$$

Jadi, $P_w = 92.237 \quad \text{kN/m}^2$

Pressure on Weather and Interior Decks

$$\begin{aligned}P_d &= P_{wh} \\P_{wh} &= f_L(6 + 0.01L_{WL})(1 + 0.05\Gamma) + E \quad \text{kN/m}^2 \\&\text{where} \\f_L &= \text{the location factor for weather decks} \\&= 1.25 \\&= 1 \quad \text{for interior decks} \\E &= \frac{0.7 + 0.08L_{WL}}{D - T} \quad \text{kN/m}^2 \\&= 1.966 \\P_{wh} &= 11.811 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{and} \\P_{wh} &= 9.755 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}\end{aligned}$$

Pressure on the Shell Envelope

$$\begin{aligned}P_s &= P_h + P_w \quad \text{for } z \leq T_x + Z_k \\P_s &= 109.24 \quad \text{kN/m}^2 \\P_s &= P_d \quad \text{at } z = T_x + z_k + H_w \\P_s &= 11.811 \quad \text{kN/m}^2 \\P_s &= 9.755 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks} \\P_s &= 0.5P_d \quad \text{at } z \geq T_x + z_k + 1.5 H_w \\P_s &= 5.905 \quad \text{kN/m}^2 \\P_s &= 4.877 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{for interior decks}\end{aligned}$$

IMPACT LOADS

Impact Pressure for Displacement Mode

$$\begin{aligned}P_{dh} &= \Phi_{dh} \left(19 - 2720 \left(\frac{T_x}{L_{WL}} \right)^2 \right) \sqrt{L_{WL} V} \quad \text{kN/m}^2 \\P_{dh} &= 0 \quad V = 30 \quad \text{Knot} \\P_{dh} &\geq P_m \\P_{dh} &= 92.237 \quad \text{kN/m}^2\end{aligned}$$

Freebody Impact Pressure for Displacement Mode

$$\begin{aligned}P_f &= f_f L_{WL} (0.8 + 0.15\Gamma)^2 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP} \\&= P_{dh} \quad \text{at } 0.9L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL} \\&= P_m \quad \text{at } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL} \\&= 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL} \\P_f &= 111.758 \quad \text{kN/m}^2 \text{ at FP} \\P_f &= 92.237 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{at } 0.9L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL} \\P_f &= 92.237 \quad \text{kN/m}^2 \quad \text{at } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL} \\P_f &= 0 \quad \text{between aft end of } L_{WL} \text{ and } 0.75L_{WL} \text{ from aft end of } L_{WL}\end{aligned}$$

CROSS-DECK STRUCTURE FOR MULTI-HULL CRAFT

Impact Pressure

$$P_{pc} = V_{pc} K_{pc} V_R V \left(1 - \frac{G_A}{H_{03}} \right)$$

$$P_{pc} = 0$$

COMPONENT DESIGN LOADS

Deckhouses, Bulwarks and Superstructures

$$P_{dhp} = C_1 P_d$$

where

$$C_1 = 1.25$$

$$P_d = 11.811 \text{ kN/m}^2$$

So,

$$P_{dhp} = 59.053 \text{ kN/m}^2$$

Deck Area Designed for Cargo, Stores and Equipment

$$P_{cd} = W_{CDP}(1+0.5a_x) \text{ kN/m}^2$$

where

$$W_{CDP} = 5$$

a_x is given in Pt 5, Ch 2, 3.2 Vertical acceleration 3.2.7 and is not to be taken as less than 1.0.

W_{CDP} is the pressure exerted by the cargo on deck specified by the designer in kN/m².

$$a_x = \left(0.86 - 0.32 \frac{x_a}{L_{WL}} + 1.76 \left(\frac{x_a}{L_{WL}} \right)^2 + \xi_a \right)$$

$$a_v = 0.2G + 34/L_{WL} \quad ; G = 9.81$$
$$= 2.552$$

$$x_a = 22$$

$$x_{LCG} = 19.46$$

$$\xi_a = 0.14 + 0.32 \frac{x_{LCG}}{L_{WL}} - 1.76 \left(\frac{x_{LCG}}{L_{WL}} \right)^2$$

$$\xi_a = 0.047$$

$$a_x = 2.66$$

$$P_{cd} = 48.918 \text{ kN/m}^2$$

Nomenclature and Design Factors

- P_s = shell envelope pressure
 P_{dh} = impact pressure
 P_{dhp} = deckhouse, bulwarks and superstructure pressure
 P_{cd} = cargo
 P_{wh} = pressure on weather deck
 P_{pc} = impact pressure acting on the cross-deck structure
 P_{WDP} = design pressure for weather deck plating
 P_f = forebody impact pressure
 H_f = Hull notation
 $H_f = 1.05$
 G_f = service area restriction notation factor
 $G_f = G_3 = 0.85$
 S_f = service type factor notation
 $S_f = 1$

HULL ENVELOPE DESIGN CRITERIA

Hull Structures

Bottom Shell

$$P_{BP} = H_f S_f P_s$$
$$= 6.201 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{BP} = H_f S_f G_f P_{dh}$$
$$= 82.322 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{BP} = H_f S_f G_f P_f$$
$$= 82.322$$

So,

$$P_{BP} = 82.322 \text{ kN/m}^2$$

Outboard Side Shell

$$P_{SP} = P_{BP}$$
$$= 82.322 \text{ kN/m}^2$$

Inboard Side Shell

$$P_{SP} = P_{BP}$$
$$= 82.322 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{SP} = 1.6 \times P_{WDP} \text{ at wet deck}$$
$$= 78.269 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{So,}$$

$$P_{SP} = 82.322$$

Wet deck

$$P_{CP} = H_f S_f P_s$$

$$= 6.201$$

or

$$P_{CP} = H_f S_f P_{pc}$$

$$= 0$$

$$\text{So,}$$

$$P_{CP} = 6.201 \text{ kN/m}^2$$

Weather Deck

$$P_{WDP} = H_f S_f G_f P_{wh}$$

$$= 10.541 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{WDP} = P_{cd}$$

$$= 48.918 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{So,}$$

$$P_{WDP} = 48.918 \text{ kN/m}^2$$

Interior Deck

$$P_{IDP} = H_f S_f P_{wh}$$

$$= 10.243 \text{ kN/m}^2$$

or

$$P_{IDP} = P_{cd}$$

$$= 48.918 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{So,}$$

$$P_{IDP} = 48.918 \text{ kN/m}^2$$

Deckhouses, Bulwarks and Superstructure

$$P_{DHP} = H_f S_f G_f P_{dhp}$$

$$= 52.705 \text{ kN/m}^2$$

Inner Bottom

$$P_{IBP} = H_f S_f P_m + P_h$$

$$= 113.849 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{min. 10T} = 18 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan Tebal Pelat

Perhitungan tebal pelat minimum berdasarkan **Lloyd's Register Rules and Regulations for the Classification of Special Service Craft, Part 7 Hull Construction in Aluminium, Chapter 4, Section 2**

MINIMUM THICKNESS REQUIREMENTS

Symbols

ω = service type factor as determined

$$\omega = 1 \quad \text{for passenger}$$

$$k_m = 385 / (\sigma_a + \sigma_u)$$

σ_a = specified minimum yield stress or 0,2% proof stress of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

$$= 230 \quad \text{N/mm}^2$$

σ_u = specified minimum ultimate tensile strength of the alloy in unwelded condition, in N/mm²

$$= 315 \quad \text{N/mm}^2$$

$$k_m = 0.730$$

$$L_R = 57.60 \quad \text{m}$$

Shell Envelope

Bottom Shell Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.7 \sqrt{L_R} + 1.0) \geq 4.0 \omega$$

$$5.394 \geq$$

$$\geq 4$$

Side Shell Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5 \sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.439 \geq$$

$$\geq 3.5$$

Wet-deck Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5 \sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.439 \geq$$

$$\geq 3.5$$

Inner Bottom Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.7 \sqrt{L_R} + 1.3) \geq 3.5 \omega$$

$$5.650 \geq$$

$$\geq 3.5$$

Main Deck Plating

$$\omega \sqrt{k_m} (0.5 \sqrt{L_R} + 1.4) \geq 3.5 \omega$$

$$4.439 \geq 3.5$$

Lower Deck/Inside Deckhouse

$$\begin{aligned} \omega \sqrt{k_m}(0.3\sqrt{L_R} + 1.3) \\ \geq 3.0\omega \\ 3.056 \geq 3 \end{aligned}$$

Superstructure Side Plating

$$\begin{aligned} \omega \sqrt{k_m}(0.4\sqrt{L_R} + 1.1) \\ \geq 3.0\omega \\ 3.534 \geq 3 \end{aligned}$$

Deckhouse Front 1st Tier

$$\begin{aligned} \omega \sqrt{k_m}(0.62\sqrt{L_R} + 1.8) \\ \geq 3.5\omega \\ 5.559 \geq 3.5 \end{aligned}$$

Deckhouse Front Upper Tiers

$$\begin{aligned} \omega \sqrt{k_m}(0.55\sqrt{L_R} + 1.5) \\ \geq 3.0\omega \\ 4.849 \geq 3 \end{aligned}$$

Deckhouse Aft

$$\begin{aligned} \omega \sqrt{k_m}(0.25\sqrt{L_R} + 0.7) \\ \geq 2.5\omega \\ 3.219 \geq 2.5 \end{aligned}$$

SHELL ENVELOPE PLATING

Symbols

$$\begin{aligned} L_R &= 57.60 \text{ m} \\ K_s &= \text{Higher tensile steel factor} \\ K_s &= 1 \end{aligned}$$

Plating General

$$t_p = 22.4 s \gamma \beta \sqrt{\frac{p k_s}{f_\sigma 230}} x$$

where

f_σ = limiting bending stress coefficient for the plating element under consideration given in Table 7.3.1 Limiting stress coefficient for local loading in Chapter 7

s = stiffener spacing, in mm

$$\begin{aligned}
 &= 600 \text{ mm} \\
 \gamma &= \text{convex curvature correction factor} \\
 &= 0.7 \\
 \beta &= \text{panel aspect ratio correction factor} \\
 &= 1 \\
 p &= \text{design pressure, in kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Keel Plates

The breadth, b_k , and thickness, t_k , of plate keels are not to be taken as less than:

$$\begin{aligned}
 b_k &= 5.0 L_R + 250 \text{ mm} \\
 b_k &= 538 \text{ mm} \\
 t_k &= \sqrt{k_s} 1.35 L_R^{0.45} \text{ mm} \\
 t_k &= 8.366 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad t_k = 9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Bottom Outboard Plating

$$\begin{aligned}
 t_p &= 22.4 s \gamma \beta \sqrt{\frac{p k_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \\
 &\text{where} \\
 p &= P_{BP} \\
 &= 82.322 \text{ kN/m}^2 \\
 f_\sigma &= 0.75 \\
 t_p &= 6.499 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 5 \text{ mm} \\
 t_p \geq t_{\min} &\quad \text{accepted} \qquad \qquad \qquad t = 7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Bottom Inboard Plating

$$\begin{aligned}
 t_p &= 22.4 s \gamma \beta \sqrt{\frac{p k_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \\
 &\text{where} \\
 p &= P_{BP} \\
 &= 82.322 \text{ kN/m}^2 \\
 f_\sigma &= 0.75 \\
 t_p &= 6.499 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 5 \text{ mm} \\
 t_p \geq t_{\min} &\quad \text{accepted} \qquad \qquad \qquad t = 7 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Side Outboard Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} mm$$

where

$$\begin{aligned} p &= P_{SP} \\ &= 82.322 \quad kN/m^2 \\ f_\sigma &= 0.75 \\ t_p &= 6.430 \quad mm \\ t_{min} &= 4 \quad mm \\ t_p \geq t_{min} & \quad \text{accepted} \end{aligned}$$

$$t = 7 \quad m$$

Side Inboard Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} mm$$

where

$$\begin{aligned} p &= P_{SP} \\ &= 82.322 \quad kN/m^2 \\ f_\sigma &= 0.75 \\ t_p &= 6.499 \quad mm \\ t_{min} &= 4 \quad mm \\ t_p \geq t_{min} & \quad \text{accepted} \end{aligned}$$

$$t = 7 \quad m$$

Wet-deck Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} mm$$

where

$$\begin{aligned} p &= P_{CP} \\ &= 6.201 \quad kN/m^2 \\ f_\sigma &= 0.75 \\ t_p &= 1.784 \quad mm \\ t_{min} &= 4 \quad mm \\ t_p \geq t_{min} & \quad \text{rejected} \end{aligned}$$

$$t = 4 \quad m$$

Inner Bottom Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_\sigma 230}} \times 10^{-3} mm$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{IBP} \\
 &= 113.849 \quad \text{kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.75 \\
 t_p &= 7.643 \quad \text{mm} \\
 t_{\min} &= 6 \quad \text{mm} \\
 t_p \geq t_{\min} & \quad \text{accepted}
 \end{aligned}$$

$$t = 8 \quad \text{m}$$

Weather Deck Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{WDP} \\
 &= 48.918 \quad \text{kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.75 \\
 t_p &= 5.010 \quad \text{mm} \\
 t_{\min} &= 4 \quad \text{mm} \\
 t_p \geq t_{\min} & \quad \text{accepted}
 \end{aligned}$$

$$t = 6 \quad \text{m}$$

Superstructures, Deckhouses, and Bulwarks Plating

House Side Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{DHP} \\
 &= 52.70 \quad \text{kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.586 \quad \text{mm} \\
 t_{\min} &= 4 \quad \text{mm} \\
 t_p \geq t_{\min} & \quad \text{accepted}
 \end{aligned}$$

$$t = 6 \quad \text{m}$$

House Front Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 52.70 \quad \text{kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.586 \quad \text{mm} \\
 t_{\min} &= 4 \quad \text{mm} \\
 t_p \geq t_{\min} & \quad \text{accepted}
 \end{aligned}$$

$$t = 6 \quad \text{m}$$

House End Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 52.70 \quad \text{kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.586 \quad \text{mm} \\
 t_{\min} &= 3 \quad \text{mm} \\
 t_p \geq t_{\min} & \quad \text{accepted}
 \end{aligned}$$

$$t = 6 \quad \text{m}$$

House Top Plating

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$\begin{aligned}
 p &= P_{\text{DHP}} \\
 &= 52.70 \quad \text{kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.586 \quad \text{mm} \\
 t_{\min} &= 3 \quad \text{mm} \\
 t_p \geq t_{\min} & \quad \text{accepted}
 \end{aligned}$$

$$t = 6 \quad \text{m}$$

Bulwark

$$t_p = 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{mm}$$

where

$$p = P_{\text{DHP}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 52.70 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.586 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p \geq t_{\min} &\quad \text{accepted} \qquad t = 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Interior Deck

$$\begin{aligned}
 t_p &= 22.4s\gamma\beta \sqrt{\frac{pk_s}{f_{\sigma}230}} \times 10^{-3} \text{ mm} \\
 &\text{where} \\
 p &= P_{IDP} \\
 &= 48.918 \text{ kN/m}^2 \\
 f_{\sigma} &= 0.65 \\
 t_p &= 5.382 \text{ mm} \\
 t_{\min} &= 3 \text{ mm} \\
 t_p \geq t_{\min} &\quad \text{accepted} \qquad t = 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tinggi floor minimal

$$\begin{aligned}
 d_w &= 6,2 \text{ LR} + 50 \text{ mm} \\
 d_w &= 407.12 \text{ mm} \\
 d_w \text{ diambil} &= 500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

untuk mempermudah perhitungan berat, tebal pelat diambil sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{pelat lambung} &= 9 \text{ mm} \\
 \text{pelat geladak} &= 6 \text{ mm} \\
 \text{pelat bangunan atas} &= 6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Equipment & Outfitting

1. Peralatan Rumah Sakit (Kasur Rawat Inap, Perlengkapan Bedah, Laboratorium)

Kasur Rawat inap Set

Jumlah kasur set	=	32	unit
Massa Jenis	=	600	kg/m ³
Panjang	=	2.2	m
Tinggi	=	540	m
Lebar	=	970	m
Volume	=	1152360	m ³
Berat Kasur	=	300	kg
Berat Total	=	9600	kg



PRODUCT DESCRIPTION

Product Description

- (1) 2 cranks manual hospital bed, hospital manual bed, double hospital bed
- (2) Material: Bed base, frame and leg are all made of cold rolled steel plate and tube and coated by electrostatic spray after twice phosphatization.
- (3) The quality attains national standard.
- (4) Head and foot boards are made of imported PP materials.
- (5) The Chassis with ABS cover by high quality;

Specification:

Overall size	(L*W*H): 2220*970*540mm
Features:	Durable frame: Electrophoresis and power coating
	Wholly molded cold steel sleeping platform
	Side rails: Tuck-away side rail, ABS, four pieces
	Central locking system with 125mm diameter castor
Weight Load	Fully tested sturdy construction capable of taking a maximum user weight of up to 250kg
Function	Backrest max upward angle: 75°
	Footrest max upward angle: 40°
	Height is 540mm

Ruang Operasi dan Bedah

Jumlah set	=	6	unit
Massa Jenis	=	600	kg/m ³
Panjang	=	2.3	m
Tinggi	=	540	m
Lebar	=	970	m
Volume	=	1204740	m ³
Berat Set	=	750	kg
Berat Total	=	4500	kg



Specifications	Model	
	LQ1000	LQ1500
Dimension	2100x520mm	2100x520mm
Power Source	Electric	Electric
Power & voltage & current	(AC)110-130/220-240V,50-60Hz	(AC)110-130/220-240V,50-60Hz
Flow Rate Range:	0.1-1200ML/h	0.1-1200ML/h
Material	3mm Stainless steel 304#	Stainless steel 304#
Lowest and Highest Table Height	680-980mm	730-1030mm
Elevation(up/down)	300mm	300mm
Left/Right Lean	≥ 20°	≥ 20°
Forward Lean	≥ 20°	≥ 20°
Backward Lean	≥ 20°	≥ 20°
Head Board (detachable) up	≥ 45°(up);	≥ 45°(up);
Head Board (detachable) Down	≥ 25°(down)	≥ 25°(down)
Back Board up	≥ 75°(up)	≥ 75°(up)
Back Board down	≥ 15°(down)	≥ 15°(down)
Leg Board (detachable) Down	≥ 90°	≥ 90°
Leg Board (detachable) Outward	≥ 90°	≥ 90°
Kidney Bridge (optional)up/down	≥ 120mm	≥ 120mm
Parallel rotating	-	-
parallel movement	-	≥ 300mm
Use	Medical equipment operating table	Medical equipment operating table
Max loading	320KGS	320KGS

Ruang Radiologi

Jumlah set	=	4	unit
Massa Jenis	=	600	kg/m ³
Panjang	=	4	m
Tinggi	=	1.5	m
Lebar	=	3.5	m
Volume	=	21	m ³
Berat Set	=	1300	kg
Berat Total	=	5200	kg



Ruang UGD dan ICU

Jumlah set	=	13	unit
Massa Jenis	=	600	kg/m ³
Panjang	=	2.3	m
Tinggi	=	540	m
Lebar	=	970	m
Volume	=	1204740	m ³
Berat Set	=	350	kg
Berat Total	=	4550	kg



Model	AG-BY009
Overall size	2230*1050*575-815mm
Bed Frame	made of cold-rolled steel plate, treated by electro-coating and powder-coating
Headboard/footboard	ABS, Footboard equipped with embedded nursing operator
Bedboards	10-part steel
Handrails	ABS handrails
Hand controller	Remote
Motor	Quiet and robust electric actuators provide reliable operation Remote control of all electrically operated functions and movements Linak motor from Denmark, L&K, Chinese motor ,option
Bed base	Steel frame
Wheels	Four silent wheels with central-controlled braking system, $\phi 125$ mm
load bearing	Fully tested sturdy construction capable of taking a maximum user weight of up to 250kg

Instrumen Penyimpanan Obat (Lemari, Kulkas, dan Sterilisator)

Lemari Obat	=	6	unit
Berat	=	120	kg
Kulkas	=	6	unit
Berat	=	60	kg

Sterilisator	=	6	unit
Berat	=	80	kg
Berat Total	=	260	kg



2. Jangkar

Pemilihan jangkar mengacu pada perhitungan Z number.

$$Z = \Delta^{(2/3)} + 2hB + 0,1A$$

ref : Buku Ship Outfitting

Dimana :

Z	=	Z Number		
Δ	=	Moulded Displacement	=	608 ton
h	=	Freeboard	=	2.7 m
B	=	Lebar	=	10 m
A	=	Luasan di atas sarat		
		Luasan deck	=	1918.52 m ²
		Luasan atap	=	73.652887 m ²
		Luasan total	=	1992.1729 m ²
Z	=	324.98609		

Dari katalog jangkar di BKI vol.2 tahun 2009, dapat ditentukan berat dan jumlah jangkar dengan Z number 161.10881 yakni :

Jumlah	=	2	unit
Berat min	=	165	kg

Sementara itu dari website http://www.alibaba.com/product-detail/Stainless-Steel-Carbon-Steel-Marine-Danforth_60253778742.html?spm=a2700.7724838.0.0.EGNsvr didapatkan jangkar dengan spesifikasi



Win free inspections! Limited offer - only 219 left!
[Free Inspection](#) [Learn more >](#)

Stainless Steel/Carbon Steel Marine Danforth Anchor

FOB Price: **US \$1,000 - 10,000 / Set** | [Get Latest Price](#)

Min.Order Quantity: 1 Set/Sets

Supply Ability: 1500 Ton/Tons per Month

Port: FOB Shanghai/Qingdao

Payment Terms: L/C,D/A,T/T,Western Union,MoneyGram

[Contact Supplier](#) [Start Order](#)

[Chat Now!](#) [Request Sample](#)

Trade Assurance
 Place order online and pay to the designated bank account to get full protection.

100% Payment protection
 100% On-time shipment

Maka, jangkar yang dipilih dengan ialah :

Berat	=	170	kg
jumlah	=	2	unit
Berat total	=	340	kg

3. Peralatan Navigasi dan Perlengkapan Lainnya

Belum ditemukan formula tentang perhitungan peralatan navigasi, sehingga beratnya diasumsikan sebesar = 300 kg

4. Peralatan Keselamatan (Life boat, Life Raft, Life Jacket)



Partly Enclosed Life Boat

FOB Price: **US \$500 - 4,000 / Set** | [Get Latest Price](#)

Min.Order Quantity: 1 Set/Sets partly enclosed life boat

Supply Ability: 10 Set/Sets per Month

Port: ShangHai

Payment Terms: L/C,D/A,D/P,T/T,Western Union,MoneyGram,E-credit, paypal, cash

[Contact Supplier](#) [Chat Now!](#)

Craft Weight	=	3200	kg
Daya angkut Life Boat	=	40	orang
Diasumsikan dapat mengangkut	=	35	orang



[See larger image](#)

Marine liferaft

FOB Price: **US \$600 - 5,000 / Piece** | [Get Latest Price](#)
 Min. Order Quantity: 1 Piece/Pieces for Marine liferaft
 Supply Ability: 500 Piece/Pieces per Month for Marine liferaft
 Port: Shanghai or Ningbo
 Payment Terms: L/C,T/T,Western Union

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Product Details

Company Profile

Transaction History

Quick Details

Place of Origin:	Zhejiang, China (Mainland)	Brand Name:	Dehuan
Capacity:	6/10/25/30/50/65.100	Equipment Outfit:	HSC PACK
Material:	Synthetic rubber,water-proof cloth ...	Temperature inflating range:	-30 to 65°C

Life raft harus bisa menampung seluruh penumpang dan awak kapal	
Penumpang + awak kapal	= 118 orang
Daya angkut life raft	= 25 orang
Dibutuhkan setidaknya 8 buah life raft	
Berat 1 unit	= 80 kg



SOLAS marine Life jacket (RSCY-A4)

FOB Price: **US \$8 - 20 / Piece** | [Get Latest Price](#)
 Min. Order Quantity: 100 Piece/Pieces
 Supply Ability: 8000 Piece/Pieces per Month
 Port: shanghai
 Payment Terms: L/C,D/P,T/T

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Perhitungan Berat Kapal (DWT dan LWT)

Berat Kapal Bagian DWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan		
	Jumlah penumpang	100	persons
	Berat penumpang	80	kg/person
	Berat barang bawaan	20	kg/person
	Berat total penumpang	8000	kg
	Berat total barang bawaan penumpang	2000	kg
	Berat total	10000	kg
		10.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan		
	Jumlah crew kapal	16	persons
	Berat crew kapal	80	kg/persons
	Berat barang bawaan	20	kg/persons
	Berat total crew kapal	1280	kg
	Berat total barang bawaan crew kapal	320	kg
	Berat total	1600	kg
		1.600	ton
3	Berat Diesel Oil	25.000	ton
4	Berat Lubricating Oil	0.453	ton
5	Berat Fresh Water	45.149	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	152.842	ton
7	Berat bahan bakar untuk Generator Set	45.852	ton
Total Berat Bagian DWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian DWT	Value	Unit
1	Berat Penumpang dan Barang Bawaan	10.000	ton
2	Berat Crew Kapal dan Barang Bawaan	1.600	ton
3	Berat Diesel Oil	45.852	ton
4	Berat Lubricating Oil	0.453	ton
5	Berat Fresh Water	45.149	ton
6	Berat bahan bakar untuk Mesin Induk	152.842	ton
7	Berat Bahan Bakar untuk Genset	45.852	ton
Total		301.748	ton

Berat Kapal Bagian LWT			
No	Item	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro & Autocad, didapatkan luasan permukaan lambung kapal</i>		

	Luas dua lambung	1027462907	mm ²
		1027.463	m ²
	Luasan transom bagian belakang	31816319.49	mm ²
		31.816	m ²
	Luas tunnel	536859861.3	mm ²
		536.860	m ²
	Total luasan lambung kapal	1596.139	m ²
	Tebal pelat lambung	9	mm
		0.009	m
	Volume shell plate = luas x tebal	14.365	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	38786.180	kg
		38.786	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal		
	<i>Dari software Maxsurf Pro, didapatkan luasan permukaan geladak kapal</i>		
	Luasan main deck kapal	980510000.000	mm ²
	Luasan upper deck kapal	938010000.000	mm ³
	Total luasan geladak kapal	1918.520	m ²
	Tebal pelat geladak	6	mm
		0.006	m
	Volume shell plate = luas x tebal	11.511	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	31080.024	kg
		31.080	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal		
	<i>Berat konstruksi lambung kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat aluminium lambung + geladak kapal	69.866	ton
	20% dari berat aluminium kapal	13.973	ton
	Berat Konstruksi Total	13.973	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal		
	Luas permukaan dinding di Main Deck	344647270	mm ²
	Luas permukaan dinding di Upper Deck	286895178	mm ²
	Luas permukaan dinding di Navigation Deck	77900476	mm ²

	Luasan permukaan total	709.443	m ²
	Ketebalan pelat aluminium	6	mm
	Berat jenis aluminium	2700	kg/m ³
	Volume shell plate = luas x tebal	4.257	m ³
	Berat	11.493	ton
	<i>Berat konstruksi bangunan atas kapal menurut pengalaman empiris 20% - 25% dari berat logam lambung kapal (diambil 25%)</i>		
	Berat konstruksi bangunan atas	2.299	ton
	Berat Total	13.792	ton
5	Berat Railing		
	<i>Panjang railing didapatkan dari pengukuran railing dari rancangan umum</i>		
	<i>material railing menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Panjang Railing	56.000	m
	Diameter pipa	0.050	m
	Tebal pipa	3.000	mm
		0.003	m
	Luas permukaan railing	8.796	m ²
	Volume railing = luas x tebal	0.026	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	71.251	kg
		0.071	ton
6	Berat Tiang Penyangga		
	<i>Tiang Penyangga dipasang di setiap jarak gading besar</i>		
	<i>material tiang menggunakan pipa aluminium dengan tebal 3 mm</i>		
	Tinggi Tiang	2.000	m
	Jumlah Tiang	30.000	
	Diameter Pipa	0.050	m
	Tebal pipa	0.003	m
	Luas permukaan tiang	9.425	m ²
	Volume Tiang	0.028	
	<i>r</i> aluminium	2700.000	kg/m ³
	Berat Total	76.341	kg
		0.076	ton
7	Equipment & Outfitting		
	Ruangan Rawat Inap	9600.000	kg
	Ruangan Operasi dan Bedah	4500	kg
	Ruang Radiologi	5200.000	kg

	Ruang UGD dan ICU	4550.000	kg
	Instrumen Penyimpanan Obat	260.000	kg
	Jangkar	340.000	kg
	Peralatan Navigasi	300.000	kg
	Life Boat	3200.000	kg
	Life Raft	640.000	kg
	Berat Total	28590.000	kg
		28.590	ton
8	Berat Atap Kapal		
	<i>Material atap menggunakan pelat aluminium dengan tebal 6 mm</i>		
	<i>Luasan atap didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas atap kapal	73652887	mm ²
		73.653	m ²
	Tebal pelat	6.000	mm
		0.006	m
	Volume atap = luas x tebal	0.442	m ³
	<i>r</i> aluminium	2.7	gr/cm ³
		2700	kg/m ³
	Berat Total	1193.177	kg
		1.193	ton
9	Berat Kaca		
	<i>Luasan kaca didapat dari pengukuran dengan software AutoCAD</i>		
	Luas kaca	137914932	mm ²
		137.915	m ²
	Tebal kaca	5.000	mm
		0.005	m
	Volume kaca = luas x tebal	0.690	m ³
	<i>r</i> kaca	2.56	gr/cm ³
		2560	kg/m ³
	Berat Total	1765.311	kg
		1.765	ton
10	Genset		
	Berat	12400.000	kg
	jumlah	4.000	unit
	Berat Total	49600.000	kg
		49.600	ton
11	Berat Main Engine		
	<i>Diambil dari katalog Wärtsilä 32</i>		
	Jumlah Inboard motor	2	unit
	Berat Inboard motor	56900	kg/unit

	Berat Total	113800	kg
		113.800	ton

Total Berat Bagian LWT			
No	Komponen Berat Kapal Bagian LWT	Value	Unit
1	Berat Lambung (hull) Kapal	38.786	ton
2	Berat Geladak (deck) Kapal	31.080	ton
3	Berat Konstruksi Lambung Kapal	13.973	ton
4	Berat Bangunan Atas Kapal	13.792	ton
5	Berat Railing	0.071	ton
6	Tiang Penyangga	0.076	ton
7	Equipment & Outfitting	28.590	ton
8	Berat Atap Kapal	1.193	ton
9	Berat Kaca	1.765	ton
10	Berat Intboard Motor	113.800	ton
11	Generator Set (Genset)	49.600	ton
Total		292.727	ton

Total Berat Kapal (DWT + LWT)			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Berat Kapal Bagian DWT	301.748	ton
2	Berat Kapal Bagian LWT	292.727	ton
Total		594.475	ton

Batasan Kapasitas Kapal Sesuai Hukum Archimedes			
No	Komponen Berat Kapal	Value	Unit
1	Displacement = $2 \times L \times B \times T \times \rho$	608.000	ton
2	DWT	301.748	ton
3	LWT	292.727	ton
4	Displacement = DWT + LWT	594.475	ton
Selisih		13.525	ton
		2.22%	

Titik Berat kapal

Lwl	=	57.6	m	
Lpp	=	57.6	m	
B	=	16.8	m	
B1	=	5	m	
H	=	4.5	m	
T	=	1.8	m	
S	=	11.8	m	
Δ	=	608.0	ton	
LCB	=	-0.929	m	dari Midship
C_B	=	0.549		

Titik Berat Hull

Ref: Parametric ship design chapter 11, Watson dan Gilfilan hal 11-22

Berat 1 lambung	=	12483.67	kg	
$LCG_{1 \text{ lambung}}$	=	-0.25 + LCB		
	=	-1.179	m	dari Midship
$VCG_{1 \text{ lambung}}$	=	$0.01D (46.6 + 0.135(0.81 - C_B) \cdot (L/D)^2) + 0.008D(L/B - 6.5)$		
	=	2.36468	m	dari baseline
Berat Tunel	=	13045.7	kg	
LCG_{Tunel}	=	0	m	dari Midship
VCG_{tunel}	=	4.5	m	dari baseline
LCG_{hull}	=	$\frac{2x(-1.385x1383.127)+(0x1699.197)}{(2x1383.127)+1699.197}$		
	=	-0.7744	m	dari Midship
VCG_{hull}	=	$\frac{2x(0.96957x1383.127)+(1.3x1699.197)}{(2x1383.127)+1699.197}$		
	=	3.0975	m	dari baseline

Perhitungan Trim

Perhitungan trim dilakukan dengan menggunakan software *Maxsurf Stability Enterprise* dan dibandingkan dengan beberapa batasan berikut ;

Ukuran Utama

L_{WL}	=	57.60	m
T	=	1.80	m
H	=	4.50	m
B	=	16.80	m
B1	=	5.00	m
∇	=	593.17	m ³
C_B	=	0.549	
C_M	=	0.753	
C_P	=	0.760	
C_{WP}	=	0.901	
KG	=	2.595	m
LCG	=	-2.310	m
LCB	=	-0.929	m

Batasan Trim

Trim Maksimal menurut SOLAS *Chapter* II-1, Part B-1, Regulasi 5-1

$$\pm 0.5\% \cdot L_{WL} = 0.288 \text{ m}$$

Perhitungan Trim Menurut *Maxsurf Stability Enterprise*

$$\text{Trim} = 0.088 \text{ m}$$

Kondisi Trim	=	Trim Buritan
Kesimpulan	=	<i>Accepted</i>

Trim (Loadcase 100%)

No	Criteria	Value
1	Draft Amidships m	1.735
2	Displacement t	576.8
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	1.691
5	Draft at AP m	1.778
6	Draft at LCF m	1.741
7	Trim (+ve by stern) m	0.087
8	WL Length m	57.547
9	Beam max extents on WL m	16.765
10	Wetted Area m^2	668.583
11	Waterpl. Area m^2	513.47
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.757
13	Block coeff. (Cb)	0.567
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.751
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.899
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	26.904
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	24.016
18	KB m	1.075
19	KG fluid m	0.835
20	BMt m	33.519
21	BML m	209.792
22	GMt corrected m	33.759
23	GML m	210.032
24	KMt m	34.594
25	KML m	210.866
26	Immersion (TPc) tonne/cm	5.263
27	MTc tonne.m	21.777
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	339.826
29	Max deck inclination deg	0.0897
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0897

Trim (Loadcase 50%)

No	Criteria	Value
1	Draft Amidships m	1.515
2	Displacement t	464.6
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	1.465
5	Draft at AP m	1.566
6	Draft at LCF m	1.522
7	Trim (+ve by stern) m	0.101
8	WL Length m	57.333
9	Beam max extents on WL m	16.588
10	Wetted Area m^2	608.251
11	Waterpl. Area m^2	486.947
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.733
13	Block coeff. (Cb)	0.544
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.743
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.887
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	27.514
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	24.258
18	KB m	0.94
19	KG fluid m	1.027
20	BMt m	39.27
21	BML m	241.303
22	GMt corrected m	39.184
23	GML m	241.216
24	KMt m	40.211
25	KML m	242.243
26	Immersion (TPc) tonne/cm	4.991
27	MTc tonne.m	20.145
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	317.695
29	Max deck inclination deg	0.1043
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.1043

Trim (Loadcase 10%)

No	Criteria	Value
1	Draft Amidships m	1.33
2	Displacement t	374.8
3	Heel deg	0
4	Draft at FP m	1.282
5	Draft at AP m	1.378
6	Draft at LCF m	1.335
7	Trim (+ve by stern) m	0.096
8	WL Length m	56.911
9	Beam max extents on WL m	16.414
10	Wetted Area m^2	548.835
11	Waterpl. Area m^2	452.787
12	Prismatic coeff. (Cp)	0.711
13	Block coeff. (Cb)	0.523
14	Max Sect. area coeff. (Cm)	0.736
15	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0.862
16	LCB from zero pt. (+ve fwd) m	28.257
17	LCF from zero pt. (+ve fwd) m	24.965
18	KB m	0.823
19	KG fluid m	0.901
20	BMt m	45.045
21	BML m	262.855
22	GMt corrected m	44.966
23	GML m	262.777
24	KMt m	45.868
25	KML m	263.678
26	Immersion (TPc) tonne/cm	4.641
27	MTc tonne.m	17.705
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1) tonne.m	294.128
29	Max deck inclination deg	0.0988
30	Trim angle (+ve by stern) deg	0.0988

Perhitungan Lambung Timbul

Kapal penyeberangan katamaran merupakan kapal dengan panjang lebih dari 24 m. Sehingga untuk menghitung lambung timbul menggunakan ketentuan *Internasional Convention on Load Lines (ICLL)* 1966.

Input Data

H	=	4.5	m	∇	=	593.17	m ³
d	=	0.85 · H		B ₁	=	5	m
		3.825	m	C _B	=	$\nabla / (L \cdot B \cdot d)$	
L	=	L _{wl}					
		57.6	m		=	0.5385	
L	=	57.6	m				

1. Tipe Kapal

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27* menyebutkan bahwa : Kapal Tipe A adalah :

- Kapal yang didesain untuk mengangkut kargo curah cair
- Kapal yang memiliki kekokohan tinggi pada geladak terbuka.
- Kapal yang memiliki tingkat permeabilitas rendah pada ruang muat

Kapal Tipe B adalah selain kapal Tipe A.

Sehingga kapal penyeberangan katamaran termasuk kapal **Tipe B**

2. Lambung Timbul (ICLL Chapter 3, Reg. 28, Freeboard Table for Type B Ships)

Fb ₁	=	573	mm	Untuk kapal dengan L = 60 m
Fb ₁	=	57.3	cm	
	=	0.573	m	

Untuk kapal Tipe B dengan panjang dibawah 108 meter, tinggi freeboard ditambah 50 mm

(ICLL) *International Convention on Load Lines - Chapter 3, Regulation 27*

Fb ₂	=	623	mm
		0.623	m

Koreksi

1. Koefisien Block

Koreksi C_B hanya untuk kapal dengan C_B > 0.68

C _B	=	0.5385	Tidak ada koreksi
----------------	---	--------	-------------------

2. Depth (D)

L/15	=	3.84
D	=	4.5 m

jika, $D < L/15$; tidak ada koreksi

jika, $D > L/15$; lambung timbul standar ditambah dengan $(D - (L / 15))R$ cm

dimana $R = (L/0.48)$

D	>	L/15	maka,	R =	120
Koreksi	=	$(3.8 - (44 / 15)) \times R$	mm		
	=	79.200	mm	=	0.0792 m
Fb ₃	=	0.6522	m		

3. Koreksi lambung timbul untuk kapal dibawah 100 meter

(ICLL Chapter 3, Reg. 29, Correction to the Freeboard for Ships under 100 metres (328 feet) in length)

$$\text{Koreksi} = 7.5(100-L)(0.35-(E / L)) \text{ millimetres}$$

$$= -43.28 \text{ mm}$$

E = panjang efektif bangunan atas

$$= -0.43 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga, koreksi pengurangan lambung timbul bangunan atas} = -0.433 \text{ m}$$

Total Lambung Timbul

$$F_b' = F_b - \text{Koreksi lambung timbul kapal dibawah 100 m}$$

$$= 1.085 \text{ m}$$

Batasan

Lambung Timbul Sebenarnya

$$F_b = H - T$$

$$= 2.7 \text{ m}$$

Lambung Timbul Sebenarnya harus lebih besar dari Lambung Timbul Disyaratkan

Kondisi = Diterima

Lambung Timbul	Nilai	Satuan
Lambung Timbul yang Syaratkan	1.085	m
Lambung Timbul Sebenarnya	2.7	m
Kondisi	Diterima	

Perhitungan Stabilitas

Loadcase 100%

No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin (%)
1	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.1 Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle	0	deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle	30	deg			
6		angle of max. GZ	20	deg	20		
7		first downflooding angle	n/a	deg			
8		higher heel angle	30	deg			
9		required GZ area at higher heel angle	3.151	m.deg			
10		shall be greater than (>)	4.7265	m.deg	86.7196	Pass	1734.75
11							
12	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ				Pass	
13		shall not be less than (>=)	10	deg	20	Pass	100
14							
15	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.5 Area between GZ and HTL				Pass	
16		<i>Pass. crowding arm = nPass M / disp. D cos^n(phi)</i>					
17		number of passengers: nPass =	0				
18		passenger mass: M =	0.075	tonne			
19		distance from centre line: D =	0	m			
20		cosine power: n =	0				
21		Turn arm: a v^2 / (R g) h cos^n(phi)					
22		constant: a =	1				
23		vessel speed: v =	0	kn			
24		turn radius: R =	200	m			
25		h = KG - mean draft / 2	-0.033	m			
26		cosine power: n =	0				
27		Wind arm: a P A (h - H) / (g disp.) cos^n(phi)					
28		constant: a =	1.50102				
29		wind model	Pressure				
30		wind pressure: P =	56	Pa			
31		area centroid height (from zero point): h =	0	m			
32		additional area: A =	0	m^2			
33		height of lateral resistance: H =	0	m			
34		cosine power: n =	0				
35		Area integrated from the greater of					
36		angle of equilibrium (with heel arm)	0.0, 0.0	deg			
37		to the lesser of					
38		spec. angle above equilibrium (with heel arm)	15.0 (15.0), 15.0 (15.0)	deg			
39		first downflooding angle	n/a	deg			
40		angle of vanishing stability (with heel arm)	105.3, 105.3	deg			
41		Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)...				Pass	
42		Hpc + Hw	1.604	m.deg	56.0397	Pass	3393.75
43		Ht + Hw	1.604	m.deg	56.0397	Pass	3393.75
44		Intermediate values					
45		Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc)		m	0		
46		Turning heel arm amplitude (Ht)		m	0		
47		Model windage area		m^2	162.558		
48		Model windage area centroid height (from zero point)		m	3.127		
49		Total windage area		m^2	162.558		
50		Total windage area centroid height (from zero point)		m	3.127		

Loadcase 50%

No	Code	Criteria	Value	Units	Actual	Status	Margin (%)
1	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.1 Area 0 to 30				Pass	
2		from the greater of					
3		spec. heel angle		0 deg	0		
4		to the lesser of					
5		spec. heel angle		30 deg			
6		angle of max. GZ		15.5 deg	15.5		
7		first downflooding angle		n/a deg			
8		higher heel angle		30 deg			
9		required GZ area at higher heel angle		3.151 m.deg			
10		shall be greater than (>)	6.1166	m.deg	64.0962	Pass	947.9
11							
12	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.2 Angle of max. GZ				Pass	
13		shall not be less than (>=)	10	deg	15.5	Pass	54.55
14							
15	HSC 2000 Annex 7 Multihull. Intact	1.5 Area between GZ and HTL				Pass	
16		<i>Pass. crowding arm = $n_{Pass} M / disp. D \cos^n(\phi)$</i>					
17		number of passengers: n_{Pass} =		0			
18		passenger mass: M =	0.075	tonne			
19		distance from centre line: D =	0	m			
20		cosine power: n =	0				
21		Turn arm: $a v^2 / (R g) h \cos^n(\phi)$					
22		constant: a =	1				
23		vessel speed: v =	0	kn			
24		turn radius: R =	200	m			
25		h = KG - mean draft / 2	-0.307	m			
26		cosine power: n =	0				
27		Wind arm: $a P A (h - H) / (g disp.) \cos^n(\phi)$					
28		constant: a =	1.50102				
29		wind model	Pressure				
30		wind pressure: P =	56	Pa			
31		area centroid height (from zero point): h =	0	m			
32		additional area: A =	0	m^2			
33		height of lateral resistance: H =	0	m			
34		cosine power: n =	0				
35		Area integrated from the greater of					
36		angle of equilibrium (with heel arm)		0.0, 0.0 deg			
37		to the lesser of					
38		spec. angle above equilibrium (with heel arm)	15.0 (15.0), 15.0 (15.0)	deg			
39		first downflooding angle		n/a deg			
40		angle of vanishing stability (with heel arm)	108.4, 108.4	deg			
41		Criteria: Area between GZ and heeling arms shall not be less than (>=)...				Pass	
42		Hpc + Hw	1.604	m.deg	61.1966	Pass	3715.25
43		Ht + Hw	1.604	m.deg	61.1966	Pass	3715.25
44		Intermediate values					
45		Pass. crowding heel arm amplitude (Hpc)		m	0		
46		Turning heel arm amplitude (Ht)		m	0		
47		Model windage area		m^2	175.139		
48		Model windage area centroid height (from zero point)		m	3.019		
49		Total windage area		m^2	175.139		
50		Total windage area centroid height (from zero point)		m	3.019		

LAMPIRAN B
PERHITUNGAN BIAYA PEMBANGUNAN *HOSPITAL SHIP*

Biaya Pembangunan

No	Item	Value	Unit
1	Lambung Kapal (hull)		
	<i>(tebal pelat lambung = 9 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat hull	38.79	ton
	Harga Lambung Kapal (hull)	25211.02	USD
2	Geladak Kapal (deck)		
	<i>(tebal pelat geladak = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat geladak	36.26	ton
	Harga Lambung Kapal (deck)	23569.02	USD
3	Konstruksi Lambung		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat konstruksi	15.009	ton
	Harga Konstruksi Lambung	9756.0	USD
4	Bangunan Atas		
	<i>(tebal pelat = 6 mm, jenis material = aluminium)</i>		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.00	USD/ton
	Berat bangunan atas	13.79	ton
	Harga Bangunan Atas Kapal	8964.52	USD
5	Elektroda		
	<i>(diasumsikan 6% dari berat pelat kapal)</i>		
	<i>Sumber: Nekko Steel-Aneka Maju.com</i>		
	Harga	2626	USD/ton
	Berat pelat kapal total (hull, deck, konst, bangunan atas)	6.231	ton
	Harga Elektroda	16362	USD
Total Harga Pelat Kapal		83863	USD

Tabel V. 6 Perhitungan harga *Equipment* dan *Outfitting*

No	Item	Value	Unit
----	------	-------	------

1	Railing dan Tiang Penyangga		
	<i>(pipa aluminium $d = 50\text{ mm}$, $t = 3\text{ mm}$)</i>		
	<i>Sumber: www.metaldepot.com</i>		
	Harga	35.00	USD/m
	Panjang railing dan tiang penyangga	116.00	m
	Harga Railing dan Tiang Penyangga	4,060	USD
2	Atap Kapal		
	<i>Sumber: Alibaba.com https://indonesian.alibaba.com/product-gs/aluminium-plate-aluminum-sheet-1800260082.html</i>		
	Harga	650.0	USD/m ²
	Luas atap kapal	1,918.52	m ²
	Harga Pelat	1,247,038	USD
3	Kaca		
	<i>(kaca, $t = 5\text{ mm}$)</i>		
	<i>Sumber: https://www.alibaba.com/product-detail/18mm-Thick-Tempered-Glass-Clear-Tempered_60457896457.html?spm=a2700.7724838.0.0.gwh07k&s=p</i>		
	Harga	8.0	USD/m ²
	Luas kaca kapal	137.91	m ²
	Harga Kaca	1,103	USD
4	Kasur Rawat Inap		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	32	unit
	Harga per unit	580	USD
	Harga Total	18,560	USD
5	Ruang Operasi dan Bedah		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	6	unit
	Harga per unit	8,000	USD
	Harga Total	48,000	USD
6	Ruang Radiologi		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	4	unit
	Harga per unit	20,000	USD
	Harga Kursi	80,000	USD
7	Ruang ICU dan UGD		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	13	unit
	Harga per unit	2,000	USD
	Harga Kursi	26,000	USD
8	Instrumen Kedokteran Lainnya		
	<i>Sumber: www.alibaba.com</i>		
	Jumlah	10	unit

	Harga per unit	1,000	USD
	Harga Kursi	10,000	USD
9	Jangkar		
	Jumlah	2	unit
	Harga per unit	1,000	USD
	Harga jangkar	2,000	USD
10	Peralatan Navigasi & Komunikasi		
	a. Peralatan Navigasi		
	Radar	2,600	USD
	Kompas	60	USD
	GPS	850	USD
	Lampu Navigasi		
	-Masthead Light	9.8	USD
	-Anchor Light	8.9	USD
	-Starboard Light	12	USD
	-Portside Light	12	USD
	Simplified Voyage Data Recorder (S-VDR)	17,500	USD
	Automatic Identification System (AIS)	4,500	USD
	Telescope Binocular	60	USD
	Harga Peralatan Navigasi	25,613	
	b. Peralatan Komunikasi		
	Radiotelephone		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	172	USD
	Harga total	172	USD
	Digital Selective Calling (DSC)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	186	USD
	Harga total	186	USD
	Navigational Telex (Navtex)		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	12,500	USD
	Harga total	12,500	USD
	EPIRB		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	110	USD
	Harga total	110	USD
	SART		
	Jumlah	2	Set
	Harga per set	450	USD
	Harga total	900	USD

	SSAS		
	Jumlah	1	Set
	Harga per set	19,500	USD
	Harga total	19,500	USD
	Prortable 2-way VHF Radiotelephone		
	Jumlah	2	Unit
	Harga per unit	87	USD
	Harga total	174	USD
	Harga Peralatan Komunikasi	33,542	
11	Peralatan Keselamatan Penumpang		
	Life Boat		
	Jumlah	2	
	Harga per unit	3,000	
	Harga Total	6,000	
	Life Raft		
	Jumlah	8	
	Harga per unit	1,500	
	Harga Total	12,000	
	Life Jacket		
	Jumlah	118	
	Harga per unit	10	
	Harga Total	1,180	
	Harga Total Peralatan Keselamatan Penumpang	23,680	
	Total Harga Equipment & Outfitting	1355596	USD

Tabel V. 7 Perhitungan harga komponen kelistrikan kapal

No	Item	Value	Unit
1	Inboard Motor		
	<i>(dua unit Inboard motor ABC)</i>		
	Jumlah inboard motor	2	unit
	Harga per unit	1445153	USD/unit
	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Inboard Motor	2891306	USD
2	Komponen Kelistrikan		
	<i>saklar, kabel, dll</i>		
	Diasumsikan sebesar	3,000	USD
	Harga Komponen Kelistrikan	3,000	USD
3	Genset		
	<i>(4 unit Genset merk Caterpillar Tipe 3412C)</i>		
	Jumlah Genset	4	unit
	Harga per unit	100000	USD/unit

	Shipping Cost	1,000	USD
	Harga Genset	401000	USD
Total Harga tenaga penggerak		3295306	USD

Tabel V. 8 Rekapitulasi perhitungan biaya pembangunan kapal

Biaya Pembangunan			
No	Item	Value	Unit
1	Pelat Kapal & Elektroda	83,863	USD
2	Equipment & Outfitting	1,355,596	USD
3	Tenaga Penggerak	3,295,306	USD
Total Harga (USD)		4,734,765	USD
Kurs Rp-USD (per 20 Mei 2017, BI)		13,328	Rp/USD
Total Harga (Rupiah)		63,104,947,692.88	Rp

Tabel V. 9 Perhitungan koreksi keadaan ekonomi pada biaya pembangunan kapal

No	Item	Value	Unit
1	Keuntungan Galangan		
	<i>5% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Keuntungan Galangan	3,155,247,384.64	Rp
2	Biaya Untuk Inflasi		
	<i>2% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Inflasi	1,262,098,953.86	Rp
3	Biaya Pajak Pemerintah		
	<i>10% dari biaya pembangunan awal</i>		
	Biaya Dukungan Pemerintah	6,310,494,769.29	Rp
Total Biaya Koreksi Keadaan Ekonomi		10,727,841,107.79	Rp

Biaya koreksi keadaan ekonomi terdiri dari 3 komponen, yaitu keuntungan galangan kapal, biaya untuk inflasi, dan pajak pemerintah. Dari perhitungan di atas didapatkan besarnya tiap komponen antara lain sebagai berikut:

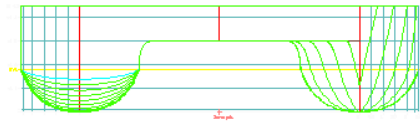
Keuntungan galangan	= Rp	3.155.247.384,64
Inflasi	= Rp	1.262.098.953,86
Pajak	= Rp	6.310.494.769,29

Maka, harga jual kapal (*price*) dapat dihitung sebagai berikut:

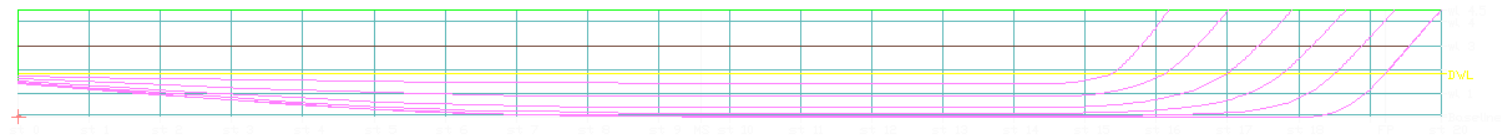
Harga jual (*price*) = Harga pokok produksi + Inflasi + Keuntungan Galangan + Pajak
 Biaya pembangunan = **Rp. 73.754.788.800,67**

LAMPIRAN C
LINESPLAN, GENERAL ARRANGEMENT, & SAFETY PLAN

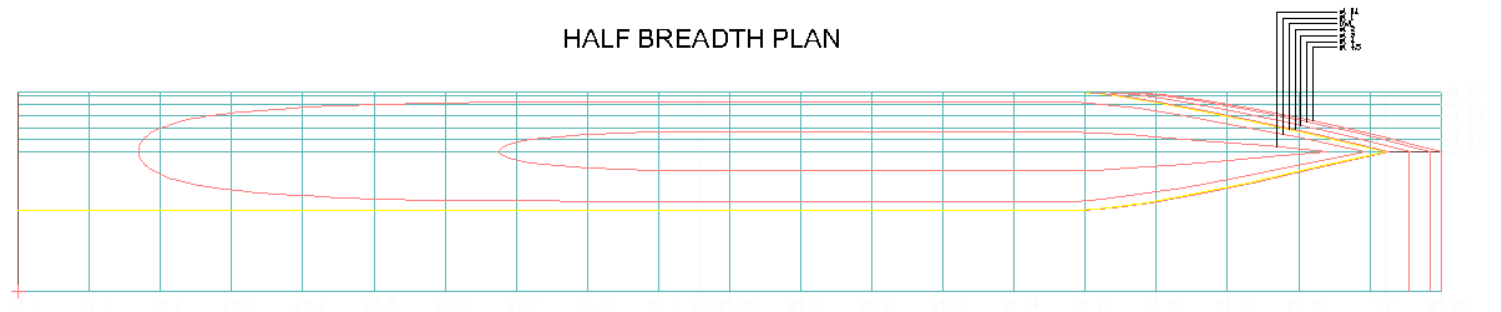
BODY PLAN




SHEER PLAN

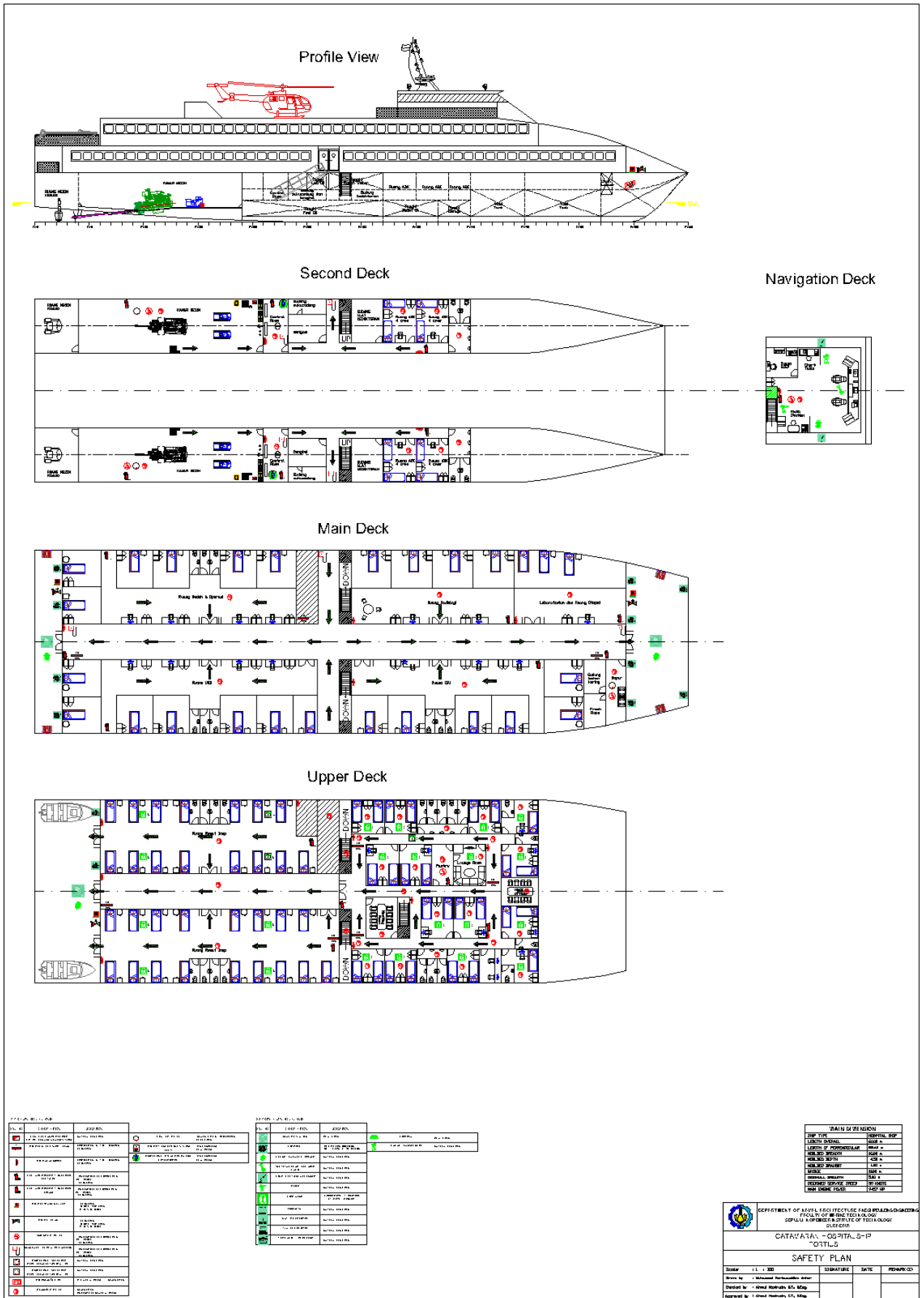


HALF BREADTH PLAN



MAIN DIMENSION	
SHIP TYPE	HOSPITAL SHIP
LENGTH OVERALL	68.00 m
LENGTH OF PERPENDICULAR	55.60 m
MAXIMUM BREADTH	16.00 m
MAXIMUM DEPTH	4.30 m
MAXIMUM DRAUGHT	3.00 m
BRIDGE	13.00 m
SEAWALL BREADTH	5.00 m
DESIGNED SERVICE SPEED	30 KNOTS
MAIN ENGINE POWER	3457 HP

	DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE AND SHIPBUILDING ENGINEERING FACULTY OF MARINETECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY SURABAYA			
	CATAMARAN HOSPITAL SHIP FORTIUS			
	LINES PLAN			
Scale	1 : 100	SIGNATURE	DATE	REMARKS
Drawn by	Muhammad Farhanuddin Anwar			
Checked by				
Approved by				



LAMPIRAN D
DESAIN 3D *CATAMARAN HOSPITAL SHIP*





BIODATA PENULIS



Muhammad Farhanuddien Anhar, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Jakarta pada 14 Juli 1994 silam, Penulis merupakan anak keempat dalam keluarga dari empat bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Islam Baiturrahman, kemudian melanjutkan ke SDIT Baiturrahman, SMPN 30 Jakarta dan SMAN 52 Jakarta. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2013 melalui jalur mandiri.

Di Departemen Teknik Perkapalan, Penulis mengambil Bidang Studi Rekayasa Perkapalan – Desain Kapal. Selama masa studi di ITS, selain kuliah, Penulis aktif dalam berbagai kegiatan keorganisasian. Penulis pernah menjadi Kepala Departemen Minat dan Bakat HIMATEKPAL FTK ITS 2015/2016 serta Ketua Divisi Konsumsi SAMPANESIA 9. Selain itu, Penulis juga pernah menjadi peserta lomba Kontes Kapal Cepat Tak Berawak Nasional 2016 mewakili ITS, dan beberapa perlombaan lainnya.

E-mail : farhanhar@gmail.com
Mobile Number : +62 812 1860 9040